THÈSE

DE DOCTEUR INGÉNIEUR

présentée

à L'UNIVERSITÉ PARIS VI

par

M. Serge S. PALOUKIS

pour obtenir

le titre de DOCTEUR INGÉNIEUR

Contribution à l'étude de la bio-écologie
de *Quadraspidiotus gigas* Thiem et Gerneck *(Homoptera, Diaspididae)*
et de son complexe parasitaire en Macédoine (Grèce)

soutenue le 7 FEV. 1975 1975 devant la Commission d'Examen

M. B. POSSOMPES	Président
Mme J. RACCAUD-SCHOELLER	Examinateurs
M. C. BENASSY	
M. E. BILIOTTI	Invités
M. G. MATHYS	

THÈSE

DE DOCTEUR INGÉNIEUR

présentée

à L'UNIVERSITÉ PARIS VI

par

M. Serge S. PALOUKIS

pour obtenir

le titre de DOCTEUR INGÉNIEUR

Contribution à l'étude de la bio-écologie
de *Quadraspidiotus gigas* Thiem et Gerneck *(Homoptera, Diaspididae)*
et de son complexe parasitaire en Macédoine (Grèce)

soutenue le 1975 devant la Commission d'Examen

M. B. POSSOMPES	Président
Mme J. RACCAUD-SCHOELLER	Examinateurs
M. C. BENASSY	Examinateurs
M. E. BILIOTTI	Invités
M. G. MATHYS	Invités

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIO-ECOLOGIE DE QUADRASPIDIOTUS GIGAS THIEM ET GERNECK (HOMOPTERA, DIASPIDIDAE) ET DE SON COMPLEXE PARASITAIRE EN MACEDOINE (GRECE).

par

Serge S. PALOUKIS

oOo

S O M M A I R E

AVANT-PROPOS

INTRODUCTION

A. INTERET DE L'ETUDE 1

B. DEGATS ET AIRE D'EXTENSION DE Q. GIGAS EN MACEDOINE 2

CHAPITRE I

ETUDE DE LA COCHENILLE HOTE Q. GIGAS 7

1. Rappel sommaire des travaux sur Q. gigas 7
2. Morphologie et stades de développement de Q. gigas 9
3. Etude bio-écologique 15

A - Méthodes d'étude 15
a) Au laboratoire : Techniques d'élevage 15
" d'infestation 17
Conditions d'élevage 17

b) A l'extérieur : Echantillonnage 17

B - Cycle évolutif de la Cochenille 19
a) Au laboratoire : Evolution sur courge 19
Evolution sur tubercule de pomme de terre 19

b) Dans les conditions naturelles 21
Particularités du milieu d'évolution 21
Hivernation de la Cochenille 23
Evolution de la Cochenille en cours de saison .. 23

C - Mortalité naturelle 31
a) La mortalité hivernale 31

b) La mortalité estivale 31

CHAPITRE II

ETUDE DU COMPLEXE PARASITAIRE DE Q. GIGAS 36

1. Inventaire des différents parasites 36

A - Description des principales espèces 36
a) Archenomus maritimus 36

b) Hispaniella lauri 36

c) Comperiella bifasciata 39

d) Coccidencyrtus dissimilis 39

e) Clé de détermination 42

.../...

B - Bibliographie 43

2. Etude de la répartition des différentes espèces de parasites 47

A - Méthodes d'étude 47
a) Mise en éclosoir 48
b) Piégeage par panneaux englués 49

B - Résultats obtenus 49
a) Par éclosoirs : Dans l'espace 50
Dans le temps 51
Répartition des mâles 54
b) Par piégeage 55

3. Etude biologique des principaux parasites 58

A - Méthodes d'étude 58
a) Elevage des parasites 58
b) Observation directe 59

B - Morphologie des stades post-embryonnaires des parasites et aspect des hôtes parasités 60
a) Parasites 60
b) Hôtes parasités 61

C - Cycles biologiques 67
a) Au laboratoire 67
b) Dans les conditions naturelles 67

D - Relations hôte-parasites 75

E - Importance du parasitisme des diverses espèces 78

CONCLUSION 82

BIBLIOGRAPHIE 86

A V A N T - P R O P O S

Ce travail a débuté en Grèce, au retour d'un stage de perfectionnement réalisé grâce à l'O.C.D.E. (π) auprès de la Station de Lutte Biologique d'Antibes, et je tiens à remercier dès à présent tous ceux qui, depuis cette époque se sont intéressés à cette étude et, me faisant confiance, m'ont permis aujourd'hui de la conduire à son terme.

J'exprime ainsi toute ma reconnaissance au Dr. E. PSARROS, devenu maintenant professeur à l'Université Aristote de Thessalonique qui m'a suivi en mon début de carrière, pour les conseils et les encouragements qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Mes remerciements vont aussi au Dr. G. THEMELIS, Directeur de la Station de Protection des Plantes de Thessalonique ainsi qu'à ses proches collaborateurs A. KONSTANDINIDIS et D. STATHOPOULOS pour la compréhension et l'amicale sollicitude qu'ils m'ont toujours manifestées, me permettant ainsi grâce à l'action déterminante de Madame A. KAMYTSI-ARGYROPOULOU du Ministère de l'Agriculture et à l'accord de M. TRIANTAPHYLOPOULOS du Ministère de l'Economie et de la Coordination, d'obtenir successivement deux séjours à l'étranger, avec le consentement de l'O.C.D.E..

Au sein de cette Organisation, je voudrais citer Monsieur D. ORMOND, Chef du Service de Coopération Technique, Monsieur S.M. BERLINE, Chef de la Division du Personnel, Mesdemoiselles H. SHARP et S. NIKOLAIDOU, responsables de la Délégation Grecque, pour leur exprimer mes plus vifs remerciements.

A Monsieur le Professeur B. POSSOMPES qui m'a assuré de son soutien amical en toute circonstance, j'exprime ma profonde gratitude pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury de cette thèse et pour la formation dont j'ai bénéficiée au cours de l'année de préparation au D.E.A. de Biologie Animale.

Madame RACCAUD-SCHOELLER, Professeur à l'Université de Paris VIème a bien voulu faire partie de ce jury, après m'avoir guidé par ses précieux conseils : qu'elle trouve ici, l'expression de mes bien vifs remerciements.

(π) O.C.D.E. = Organisation de Coopération et de Développement Economiques.

Je tiens tout particulièrement à exprimer ma profonde reconnaissance à Monsieur C. BENASSY, Maître de Recherches à la Station de Lutte Biologique d'Antibes, à qui je dois ma formation de chercheur, pour l'amicale sollicitude dont il m'entoura au cours de ce travail, me faisant bénéficier de ses conseils et de son expérience. Ses encouragements et ses suggestions m'ont été une aide précieuse pour la rédaction finale de ce mémoire.

Monsieur E. BILIOTTI, Inspecteur Général à l'Institut National de la Recherche Agronomique et Monsieur G. MATHYS, Directeur Général de l'O.E.M.P.P. (xx) m'ont fait l'honneur de participer à ce jury ; je leur en suis profondément reconnaissant.

L'aide et les nombreuses suggestions que m'ont apportées en toute occasion, Madame A. KARLINSKY et Messieurs C. CAUSSANEL et G. CHOVET me restent présents à l'esprit pour les en remercier aujourd'hui, tous trois, très cordialement.

C'est, en outre, un agréable devoir d'assurer de toute ma reconnaissance Mesdames J. BERRY et C. MONTMORRY, ainsi que tous les membres du Laboratoire de Physiologie des Insectes qui m'ont entouré de leur amitié lors de mon séjour parmi eux.

Madame D. MATILE-FERRERO, du Museum National d'Histoire Naturelle s'est intéressée dès le début à mon travail ; elle m'a toujours accueilli amicalement dans son laboratoire. Je l'en remercie bien vivement ainsi que le Professeur G. VIGGIANI qui, me recevant à l'Istituto di Entomologia Agraria de Portici m'a apporté une aide précieuse pour la poursuite de cette étude.

Je tiens enfin, à exprimer ma plus vive reconnaissance à tous ceux qui, à la Station de Lutte Biologique d'Antibes m'ont encouragé, soutenu et aidé dans la dernière phase de ce travail, afin de ne pas me laisser aller, certains jours au plus profond découragement. Je veux citer : Monsieur P. JOURDHEUIL, Directeur de la Station, Monsieur A. PANIS, Monsieur C. PINET qui m'a toujours cordialement aidé et s'est chargé des nombreuses illustrations, Messieurs E. FRANCO, H. BIANCHI Mademoiselle J. DAUMAL pour leur amicale collaboration, Madame M. LATIL qui a réalisé les photographies, Madame R. RITTER qui m'a aimablement procuré la documentation et a veillé avec grand soin, avec Mesdames F. BRIDE et M. EBEYER, à la mise au point définitive de ce travail.

.../...

(xx) O.E.M.P.P. : Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes.

Que tous ceux que j'ai connu depuis ma première venue en France, jusqu'à ce jour, trouvent dans la présentation de ce travail, une juste satisfaction d'avoir facilité sa réalisation.

-:-:-:-:-:-

I N T R O D U C T I O N

A. INTERET D'UNE ETUDE SUR Q. GIGAS THIEM ET GERNECK

Quadraspidiotus gigas THIEM et GERNECK est une Cochenille Diaspine inféodée aux plantes de la famille des Salicacées paléarctiques parmi lesquelles plusieurs espèces de peupliers peuvent subir des dégâts, notamment dans les régions d'Europe centrale et caucasienne. Elle a été trouvée pour la première fois en 1961 par KAILIDIS (1969) en Grèce septentrionale, c'est-à-dire dans des régions de piémont (KAVALA).

Dans ces provinces du Nord de la Grèce, les plantations fruitières des diverses Rosacées : pommier, poirier, pêcher, dont le revenu annuel brut s'est élevé pour l'année 1973 à 14.300.000 F, sont orientées vers la production de fruits de qualité. Ces derniers sont destinés avant tout à l'exportation vers les pays d'Europe centrale, vers l'Allemagne notamment où la législation en matière d'échanges commerciaux se révèle très stricte.

Cette nécessité d'une production sans défaut a orienté déjà depuis des années les techniques culturales appliquées dans les vergers existants et a présidé à l'installation même des nouvelles plantations en vue de les protéger particulièrement contre le vent dominant (x) surtout sensible durant l'hiver et le printemps.

Cette protection est assurée dans toute la région par des brise-vents disposés régulièrement dans les plantations, le long des canaux principaux d'irrigation. L'espèce végétale la mieux adaptée à ces conditions particulières de milieu est le peuplier qui, planté à raison d'un arbre tous les 70 cm, assure par sa croissance rapide une protection efficace des vergers. En outre, la coupe régulière de ces arbres, lorsqu'ils atteignent en moyenne de 10 à 12 ans, fournit périodiquement le bois nécessaire à la fabrication des emballages employés pour l'expédition des fruits.

Utilisés à ces 2 fins dans les circonstances locales, les peupliers sont l'objet d'une surveillance attentive en vue de les protéger de tout ravageur susceptible de leur porter préjudice.

.../...

(x) Ce vent venant des montagnes yougoslaves et soufflant du nord-ouest, est un vent de vallée, qui est appelé "VARDARIS".

Or, les conditions microclimatiques particulières de ces différentes plantations, caractérisées avant tout par une forte humidité toute l'année et des conditions extrêmes de température au cours de l'été, étant particulièrement favorables aux pullulations de Cochenilles Diaspines, il devenait intéressant de connaître le risque potentiel représenté par la présence de Q. gigas sur peupliers dans cette région.

Cette idée détermina les premières observations réalisées dans diverses localités. Elles devaient nous montrer en première approximation qu'en l'absence de toute intervention humaine, les populations de cette Diaspine se maintenaient actuellement à un niveau constant, ce qui nous amena à envisager une étude plus poussée en vue de déterminer les divers facteurs qui pouvaient conditionner cet état de fait.

C'est ainsi que nous distinguerons dans la suite de notre étude 2 groupes de facteurs principaux, ceux propres à la Cochenille et ceux liés à la présence du complexe parasitaire que nous ont révélé très rapidement les premières observations.

B. DEGATS ET AIRE D'EXTENSION DE Q. GIGAS EN MACEDOINE

Au cours de notre étude, nous avons noté la présence de Q. gigas en Grèce sur les espèces cultivées de peupliers suivants : Populus alba, P. nigra, P. thevestina, P. tremula. L'étude poursuivie en Macédoine a porté sur les 2 espèces : P. nigra et P. thevestina qui sont les plus fortement attaquées.

Pratiquement, la Diaspine commet des dégâts économiquement préjudiciables au tronc et aux rameaux des jeunes sujets. Les rameaux développés en cours d'année ne présentent pas de fortes pullulations, mais le taux d'infestation augmente au fur et à mesure que ces rameaux vieillissent. La réaction du végétal à la présence de la Cochenille se traduit par une multiplication désordonnée des cellules végétales sous-jacentes amenant la formation d'une excroissance de tissu libéro-ligneux entourant l'insecte. Ce dernier se trouve ainsi localisé au fond d'un minuscule cratère irrégulier que sa présence a engendré (fig. 1). L'abondance des cochenilles fixées sur un même rameau par les multiples piqûres qu'elles occasionnent donnent un aspect très particulier à celui-ci ; il se déforme en profondeur et les altérations en résultant fournissent un bois de mauvaise qualité à fibres très irrégulières. Les rameaux des arbres adultes sont les plus attaqués.

.../...

Fig. 1 : Rameau de peuplier fortement infesté par Q. gigas THIEM et GERNECK. Remarque les déformations du rameau (⟶) dues à la présence de la Diaspine. (Photo INRA - Antibes)

On y trouve de véritables encroûtements qui déterminent d'abord une chute des feuilles, puis des déformations partielles des rameaux et, enfin, dans le cas de fortes attaques, le dessèchement complet des branches de Peuplier.

En Macédoine, les foyers les plus importants de Q. gigas sont dans la région de VERIA (MONOSPITA, NAOUSSA, STENIMACHOS, SAINT-GEORGES, EPISCOPI) et dans celle de KAVALA (FILIPPI, DRAMA). Nous avons relevé également la présence de foyers dispersés à SERRE, ville située au nord-est de THESSALONIKI, comme à KATERINI, centre agricole situé à proximité de la mer au sud-ouest de THESSALONIKI Le foyer primaire se situerait au village de FILIPPI, point à partir duquel l'insecte s'est probablement disséminé dans la peupleraie brise-vent de Macédoine.

La répartition géographique de la contamination est représentée schématiquement, figure 2.

Dans la région de VERIA, les vergers d'arbres fruitiers sont constitués surtout de pêchers. C'est une culture de piémont, située à une cinquantaine de kilomètres de la mer, sur les pentes de montagnes à relief assez accusé et formant écran aux influences maritimes du golfe de THESSALONIKI. La pente est tournée vers l'est assez souvent. Aussi, en dehors de la saison estivale chaude et sèche, les hivers rappellent ceux d'un climat continental, comme les intersaisons. Ce climat méditerranéen septentrional se rapproche de celui des autres régions balkaniques méditerranéennes, avec la possibilité de vents froids en hiver et souvent de coups de vent violent au printemps ("VARDARIS") qui font baisser brusquement le thermomètre pendant quelques jours.

Dans la région de KAVALA, le pommier domine. Les vergers sont situés en plaine, parfois dans un paysage de collines aux croupes arrondies et à pente douce. La pente suit le cours des rivières, orientées nord-est, sud-ouest, lesquelles vont se jeter dans le golfe d'ORFANI. Les vergers sont distants de 10 à 50 kilomètres de la mer, mais les vallées sont des couloirs séparés les uns des autres et de la bande côtière par des reliefs inférieurs à mille mètres en général.

Cette région protégée par un important massif, frontalier avec la Bulgarie, est moins sujette en hiver à l'influence des masses d'air froid venant du nord-est. Cependant les vents violents ne l'épargnent pas aux intersaisons.

.../...

Fig. 2 : Répartition actuelle de Q. gigas THIEM et GERNECK en Macédoine (Grèce) (1974). (Les surfaces représentatives des foyers sont proportionnelles à leur importance respective).

Les secteurs de SERRE et de DRAMA sont comparables du point de vue situation climatique. Ils sont largement ouverts aux influences méditerranéennes par leurs pentes nord-ouest et sud-est tournées vers le golfe d'ORFANI.

Le secteur de KATERINI et celui de THESSALONIKI sont dans une situation géographique différente en bordure de mer, largement protégés des influences froides balkaniques ou centre-européennes par les reliefs auxquels s'adosse la culture. La zone fruitière de THESSALONIKI est assez variée, avec des vergers de pommiers, poiriers, pêchers, alors que celle de KATERINI est consacrée aux pêchers.

CHAPITRE I

ETUDE DE LA COCHENILLE HOTE QUADRASPIDIOTUS GIGAS.

1. RAPPEL SOMMAIRE DES TRAVAUX SUR QUADRASPIDIOTUS GIGAS.

Cette espèce de Cochenille Diaspididae a été décrite pour la première fois par THIEM et GERNECK en 1934. Cette description particulièrement brève ne convenait pas à une identification précise de l'insecte. BORKHSENIUS (1935) le décrit de façon très détaillée, sous le nom d'Aspidiotus multiglandulatus n.sp., vivant en Géorgie orientale et en Azerbaïdjan sur Peuplier. Puis BALACHOWSKY (1948) établit la synonymie de l'espèce de BORKHSENIUS avec Q. gigas, laquelle est mentionnée sur diverses espèces de Peuplier de France (Côte d'Or où le climat est semi-continental), d'Italie (Gènes, Florence où le climat est méditerranéen septentrional type ligurien), de Turquie (Anatolie, steppe continentale semi-désertique assez semblable à celui de la Géorgie orientale et de l'Azerbaïdjan) et sur Saule d'Algérie (plaine de la Mitidja où le climat est méditerranéen méridional type tellien). Enfin SCHMUTTERER (1959) donne une nouvelle description de la Diaspine et de ses dégâts sur jeunes peupliers en Allemagne continentale, où l'insecte hiverne le plus fréquemment au 2ème stade larvaire, plus rarement au 1er stade. L'auteur cite deux Aphélinides parasites de Q. gigas : Aphytis mytilaspidis (LE BAR.) et Pteroptrix dimidiata (WESTW.).

Quadraspidiotus gigas a été signalé dans l'Extrême-Orient russe (Khabarovsk) au climat continental (TSHUMAKOVA, 1957), dans les steppes semi-désertiques du Tadjikistan (BAZAROV & TCHMELEV, 1971), dans les peupleraies naturelles des forêts mixtes ukrainiennes (TEREZNIKOVA, 1966) où il fait des dégâts considérables et en Pologne (KOMOSINSKA, 1968). LELLAKOVA - DUSKOVA (1963) le considère comme le ravageur le plus important des peupliers et des saules dans les massifs forestiers de l'Europe centrale : Suisse, Tchécoslovaquie, Hongrie, Bulgarie, ainsi qu'en Yougoslavie. Enfin KAILIDIS l'a signalé pour la première fois en Grèce (Macédoine) en 1961.

La bio-écologie et la biocénose de Q. gigas ont été étudiées par TSHUMAKOVA (1957). De son côté LELLAKOVA - DUSKOVA (1963) conclut à l'identité du ravageur dans toute son aire géographique, tandis que STANEV (1965 ; 1972) précise les différentes espèces de peupliers et de saules attaquées et que BALACHOWSKY (1948) et SCHMUTTERER (1959) le signalent sur Tilia parviflora en Bulgarie et en Allemagne.

.../...

TABLEAU n° 1

ESPECES \ PAYS	FRANCE	ITALIE	SUISSE	ALLEMAGNE	HOLLANDE	HONGRIE	TCHECOS-LOVAQUIE	POLOGNE	U.R.S.S.	BULGARIE	GRECE	TURQUIE	ALGERIE	YOUGOS-LAVIE	AUTEURS	ANNEE
Populus alba		✪					✪	✪		✪	✪				MENOZZI	1948
															KOMOSINSKA	1968
															PALOUKIS	1971
															STANEV	1965
															LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
P. berolinensis								✪							KOMOSINSKA	1968
P. canadensis							✪								LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
P. canescens							✪								LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
P. nigra							✪								LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
										✪					STANEV	1965
				✪							✪				PALOUKIS	1970
															SCHMUTTERER	1959
P. pyramidalis	✪														BALACHOWSKY	1948
							✪								LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
P. thevestina											✪				PALOUKIS	1971
										✪					STANEV	1965
P. tremula							✪								LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
										✪					STANEV	1965
P. trichocarpa								✪							KOMOSINSKA	1968
Populus sp.									✪						BORKHSENIUS	1935
							✪								LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
										✪					STANEV	1965
			✪		✪							✪		✪	BALACHOWSKY	1948
														✪	LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
											✪				KAILIDIS	1961
Salix acutifolia				✪											SCHMUTTERER	1959
S. aurita				✪											SCHMUTTERER	1959
S. caprea				✪											SCHMUTTERER	1959
S. fragilis				✪											SCHMUTTERER	1959
S. pedicilata													✪		BALACHOWSKY	1948
Salix sp.								✪							LELLAKOVA-DUSKOVA	1963
										✪					STANEV	1965
									✪						BALACHOWSKY	1948
Tilia parvifolia				✪											SCHMUTTERER	1959
										✪					BALACHOWSKY	1948

✪ Présence de Q. gigas.

Le tableau n° 1 résume la distribution de Q. gigas suivant les hôtes et les pays où il vit. L'aire de répartition apparaît comme fondamentalement paléarctique avec la possibilité de pulluler et de faire des dégâts sous les climats de type continental et sous quelques variantes du climat méditerranéen (Macédoine). Son extension aux zones semi-continentales humides (Côte d'Or) et méditerranéennes à indice d'aridité très accusé (Mitidja) paraît marginale et ne donne pas lieu à des dégâts. L'absence de cette Diaspine sur le continent Nord-Américain, ainsi que dans les Iles Nippones est à souligner. Les genres Salix et Populus, présentent leur principal épanouissement dans les régions humides de la zone tempérée et froide de l'hémisphère nord notamment du continent Eurasien. L'homme a réussi à adapter divers Populus à des climats subarides, dans des périmètres irrigués (Anatolie, Géorgie orientale, Azerbaïdjan, Tadjikistan, Macédoine). Cela explique en partie que le tableau que nous avons dressé indique une plus grande fréquence sur les Populus que sur les Salix, ces derniers étant de plus faible importance économique. Enfin, le fait que les dégâts soient plus nombreux sur les jeunes arbres, ainsi que l'adaptation au Tilleul (feuillu n'appartenant pas aux Salicacées) peuvent s'expliquer par la prédilection de l'insecte pour les écorces lisses. Les Salix et les Populus âgés ont un tronc et des branches plus rugueuses.

2. MORPHOLOGIE ET STADES DE DEVELOPPEMENT DE Q. GIGAS

Le genre Quadraspidiotus appartient à la tribu des Aspidiotini, sous-tribu des Aspidiotina (BALACHOWSKY, 1948). Il est caractérisé, parmi les Aspidiotina possédant une marge pygidiale pourvue de scléroses intersegmentaires ou paraphyses entre les segments V-VI et VII-VIII, par la présence chez les femelles adultes de 3 paires de palettes et des peignes latéraux réduits dégradés (cf. page 13).

Pour l'étude morphologique de la Cochenille, nous avons utilisé la technique classique du montage au Baume de Canada après potassage et coloration au rouge magenta.

1) Oeuf : Q. gigas est une espèce ovovivipare. Les oeufs sont de forme allongée et elliptique, ils mesurent en moyenne 168 µ de long et 99 µ de large. Ils sont couverts par une pubescence résultant de la sécrétion des glandes circumgénitales.

2) 1er stade larvaire : Il ne semble pas y avoir de dimorphisme sexuel au niveau des larves du 1er stade. La larve du 1er stade est mobile, plate, ovale mesurant 270 µ de long et 160 à 170 µ de large.

.../...

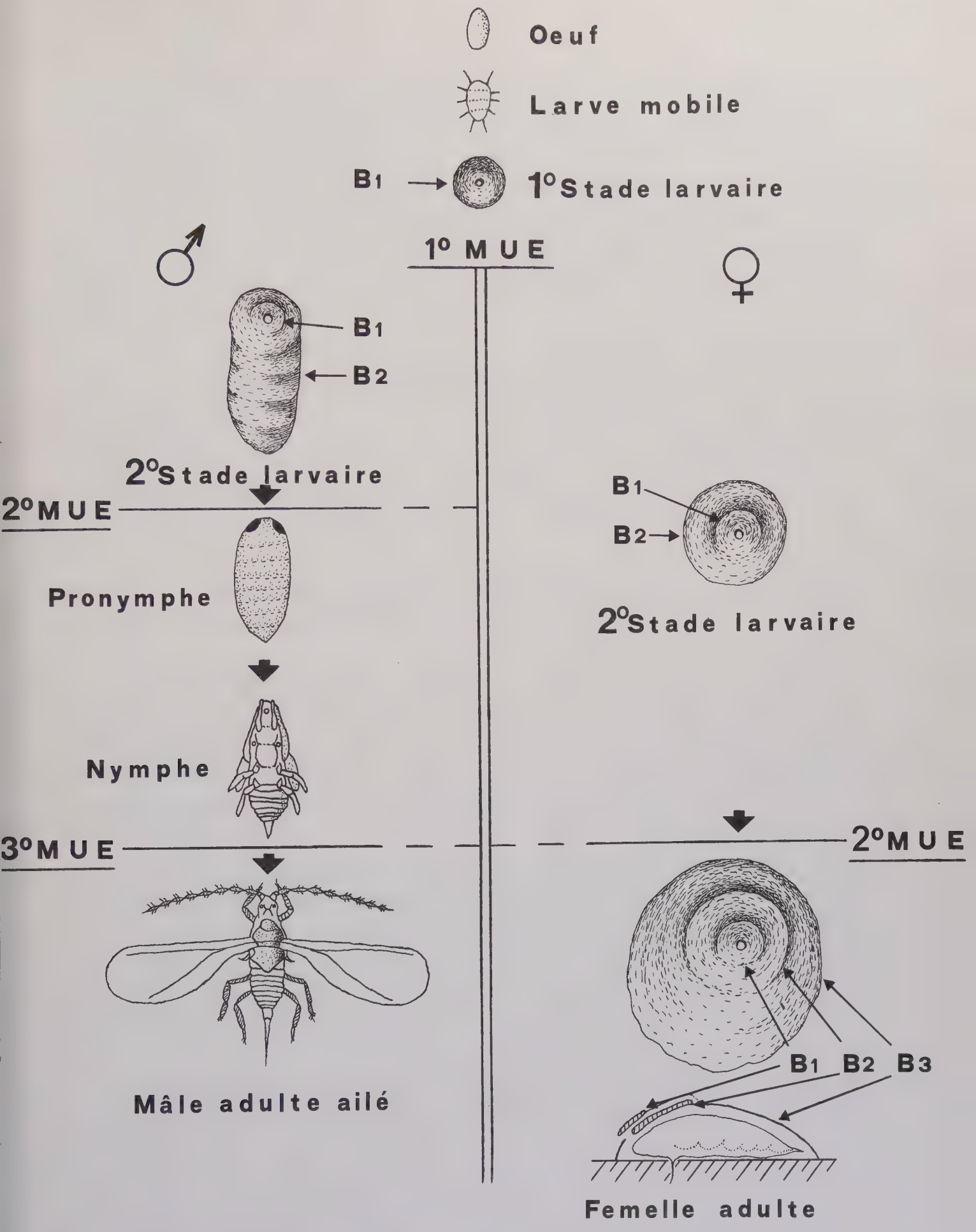


Fig. 3 : Développement de Q. gigas THIEM et GERN., montrant la différenciation des sexes des 2ème stades larvaires.

Tête, thorax et abdomen sont soudés comme chez l'adulte. Les antennes sont de 5 articles, avec le dernier article long et striolé, caractère typique des Aspidiotini, yeux développés. Présence de 3 paires de pattes bien développées, de 2 paires de stigmates thoraciques, d'un complexe buccal morphologiquement identique à celui de la femelle adulte. Les derniers segments abdominaux présentent déjà une ornementation pygidiale, avec palettes, épines et macropores typiques des Diaspididae. Ouverture anale cylindrique, ouverture génitale oblitérée à ce stade.

3) 2ème stade larvaire, femelle : Après la 1ère mue larvaire (L1) la larve se transforme en L2, passant du stade mobile au stade fixé et se différencie sexuellement (lignée femelle et lignée mâle). La L2 femelle devient apode, aveugle (yeux vestigiaux), les antennes se réduisent à des protubérances à 3 articles avec une soie sensorielle. Le bouclier protecteur commence à se former autour de l'exuvie du 1er stade (fig. 3). La taille moyenne de la L2 est de 389 µ. Elle ressemble beaucoup à la femelle adulte dont elle diffère par la taille, le nombre réduit des glandes cirières (macropores), l'absence de vulve et l'absence de glandes circumgénitales.

4) 2ème stade mâle : Il est très semblable au 2ème stade femelle ; mais il en diffère d'abord par la forme du corps plus allongée. Les antennes sont composées d'un seul article portant une longue soie sensorielle. Le pygidium est plus étroit que celui de la larve femelle. Le bouclier protecteur s'allonge et prend la forme typique du puparium mâle (fig. 3).

5) Pronymphe mâle : Après la mue, la larve L2 se transforme en pronymphe mâle. La pronymphe n'est pas fortement aplatie dorsoventralement comme la larve et sa forme générale évoque le stade nymphal. Les ébauches des pattes, des ailes et des antennes apparaissent. Au niveau de la tête, des masses oculaires se forment. A ce stade, on n'observe plus de pores glandulaires sur l'abdomen, mais deux longues soies caudales.

6) Nymphe : Elle mesure en moyenne 600 µ de long et 280 µ de large. Elle a une coloration jaunâtre. Le corps est plus bombé que chez la pronymphe, notamment dans la région thoracique ; celle-la évoque déjà la forme de l'imago. Les ébauches des ailes, des pattes et spécialement des antennes sont 2 fois plus développées que celles de la pronymphe. Les yeux apparaissent, 2 paires d'épines s'observent à la base des futures antennes. L'abdomen est nettement segmenté, le dernier segment s'allonge, c'est l'ébauche de l'organe copulateur. La distribution des soies au niveau des 2 derniers segments abdominaux, est caractéristique de ce stade.

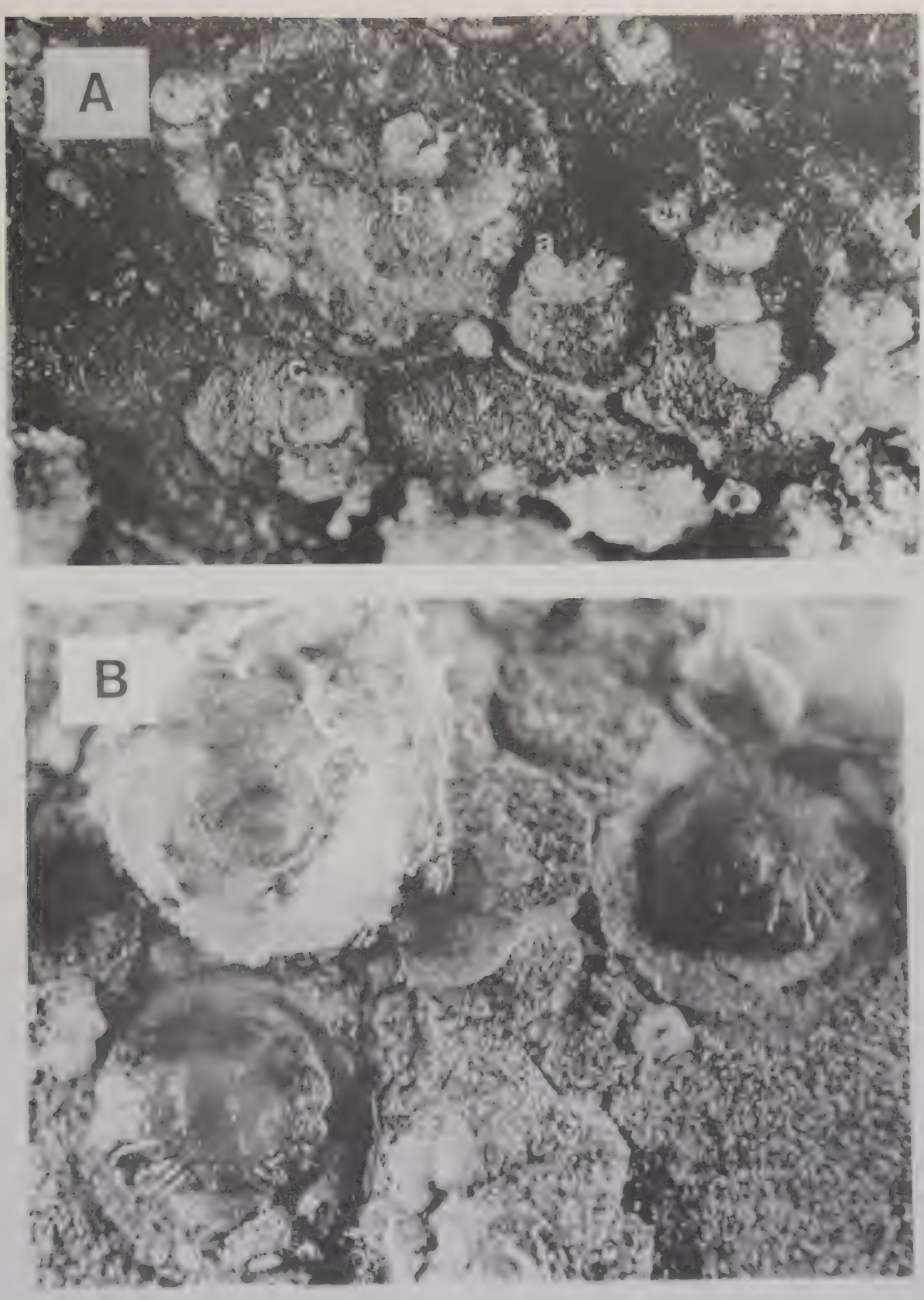


Fig. 4 : A). Q. gigas THIEM et GERNECK, à différents stades, sur rameau de peuplier : a). premier stade ; b). deuxième stade femelles ; c). jeunes femelles.

B). Femelles adultes découvertes. En haut, à gauche, bouclier protecteur retourné (Photo INRA - Antibes).

7) Mâle adulte : pourvu d'une paire d'ailes translucides pubescentes à nervure bifide et d'une paire de courts balanciers, il se caractérise par une tête du type diaspidoïde, peu dégagée du thorax, deux paires d'yeux, 10 articles aux antennes, un stylet copulateur long et des balanciers terminés par une soie apicale. Dépourvu de pièces buccales fonctionnelles, le mâle ne vit que 3 ou 4 jours et n'est capable que de courts vols assez maladroits. Il présente un certain nombre de caractères morphologiques pouvant servir en taxonomie. Des études comparatives débutent dans ce sens actuellement dans le cadre de toutes les familles de Coccoidea. Cependant, étant donné la rareté des mâles et leur extrême fragilité, les femelles constituent encore aujourd'hui l'élément primordial pour la détermination des espèces.

8) Femelle adulte (fig. 3 et 4) : Très semblable à la larve femelle du 2ème stade. L'adulte augmente de taille au fur et à mesure de sa maturité sexuelle. Le corps se bombe abritant les 140 à 150 oeufs qui seront libérés ensuite. Le bouclier s'agrandit enrobant les dépouilles des 1er et 2ème stades.

Sous son aspect macroscopique, la femelle de Q. gigas vivante est de couleur verdâtre. Elle est recouverte d'un bouclier de cire régulièrement circulaire ou subcirculaire, très aplati, opaque, mat , confondu avec l'écorce, de couleur foncière bistre grisâtre plus ou moins foncé (L = 1,8 - 2 mm).

Microscopiquement, Q. gigas fait partie du groupe des Quadraspidiotus qui possédent des macropores dorsaux sur le segment IV de l'abdomen.

Les caractères microscopiques de la femelle (fig. 5) sont voisins de ceux de la larve L2, les macropores du pygidium sont plus nombreux, les glandes circum-génitales apparaissent, en 5 groupes, la vulve est formée et bien visible par des plissements cuticulaires concentriques. Des variations morphologiques interviennent dans la densité des macropores du pygidium. Nous pensons intéressant de le signaler pour nos individus de Grèce, ceci afin de compléter les données morphologiques déterminant l'espèce. LELLAKOVA-DUSKOVA (1963) a remarqué sur les populations observées en Tchécoslovaquie que le nombre total des macropores du pygidium variait de 92 à 135.

.../...

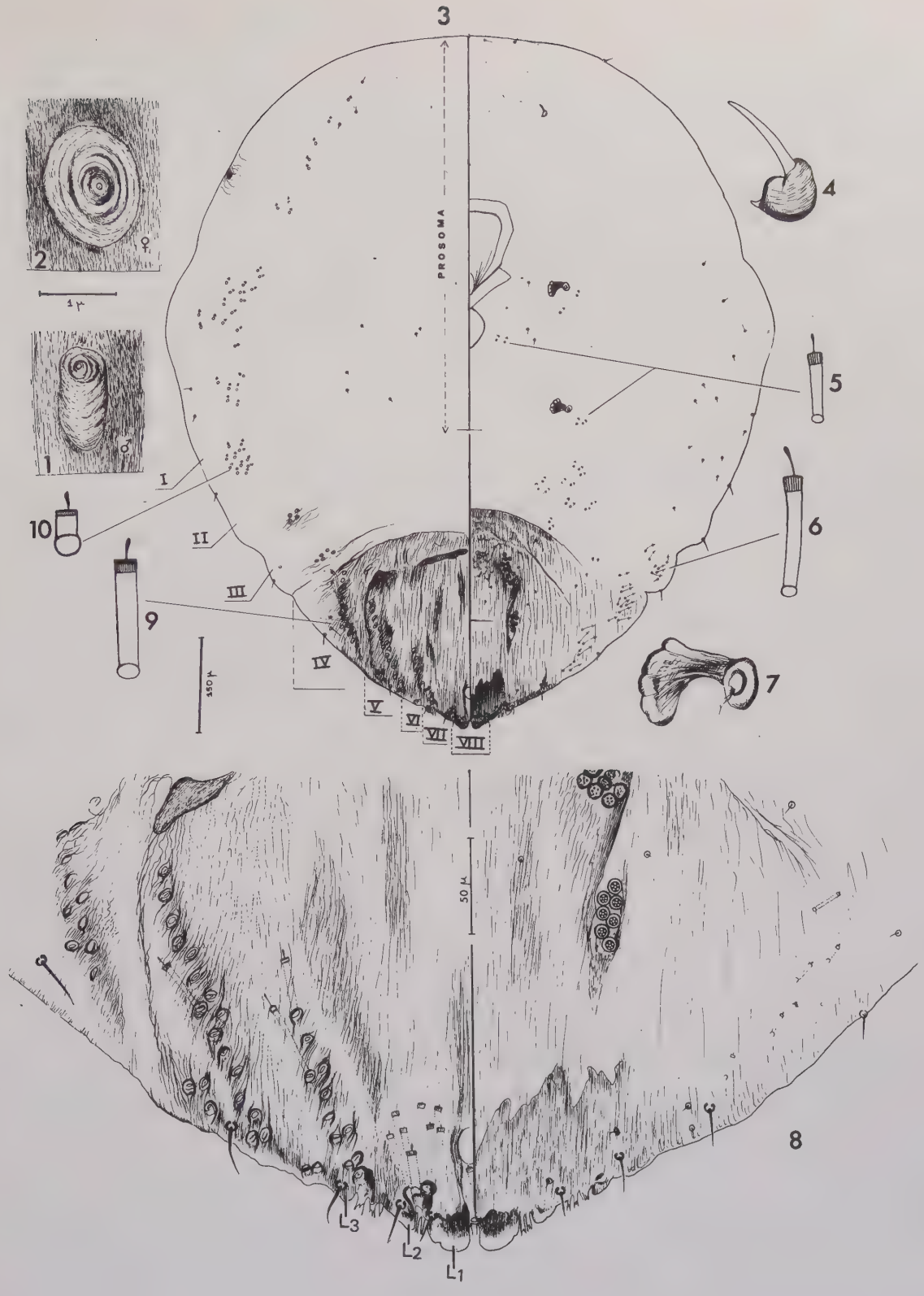


Fig. 5 : Q. gigas THIEM et GERN., (individus de Monospita)

1, bouclier mâle ; 2, bouclier femelle ; 3, femelle adulte : caractères généraux microscopiques ; 4, id. : détail de l'antenne ; 5, id. : micropore tubulaire médioventral grossi ; 6, id. : micropore tumarginoval grossi ; 7, id. : stigmate antérieur ; 8, id. : détail du pygidium ; 9, id. : macropore tubulaire dorsal grossi ; 10, id. : détail d'un micropore tubulaire dorsal submarginal, situé sur le prosoma.

Sur 20 individus examinés (sur Populus alba, MONOSPITA, Grèce), le nombre varie de 68 à 144. Le groupe de macropores situé entre les palettes L2 et L3 subit la plus grande variation numérique. Les individus de Podebrady (Tchécoslovaquie) présentent le nombre le plus bas, entre 7 et 14, alors que chez les individus de Prague, le nombre est le plus élevé, entre 7 et 25 (LELLAKOVA - DUSKOVA, loc.cit.). Sur nos individus de MONOSPITA, ce nombre varie de 6 à 16. La population de MONOSPITA, se rapproche donc de la population de Podebrady.

Pour différencier Q. gigas de Q. ostreaeformis CURTIS qui présente les mêmes exigences écologiques, nous avons établi la clé de détermination microscopique suivante :

- *♀ vivante jaune citron ; macropores tubulaires dorsaux peu nombreux sur le segment IV du pygidium, ne dépassant pas 8 éléments ..... ostreaeformis.*

- *♀ vivante verdâtre ; macropores tubulaires dorsaux nombreux sur le segment IV, dépassant toujours 10 éléments ..... gigas.*

3. ETUDE BIO-ECOLOGIQUE

A - Méthodes d'étude

a) Au laboratoire : Techniques d'élevage

Les Cochenilles Diaspines évoluant normalement sur végétaux ligneux, leur multiplication dans les conditions artificielles de laboratoire s'est heurtée dès le début à des difficultés matérielles, liées avant tout à la manipulation malaisée des plantes-hôtes. Dans ces conditions, on a dû rechercher très rapidement des hôtes végétaux de substitution acceptés par les différentes espèces et offrant à ces dernières des possibilités de développement sinon identiques tout au moins comparables à celles données par leur support naturel. Les différents auteurs qui s'en sont préoccupés (FLANDERS, 1947 ; DE BACH et WHITE, 1960 ; BENASSY et al., 1968) ont été amenés à définir les conditions à remplir pour l'hôte de substitution idéal. FLANDERS (1949) notamment en énumère 4. L'hôte de substitution doit être : complet au point de vue nutritif ; toujours disponible pour l'utilisation à bas prix ; rapidement manipulé ; lent à se détériorer.

.../...

Dans le cas des Cochenilles, il s'est avéré que les tubercules de pomme de terre et les fruits de Cucurbitacées variées offraient toute garantie pour la multiplication continue d'un certain nombre d'entre-elles.

C'est ainsi, par exemple, que Pseudaulacaspis pentagona TARG. espèce très nuisible au pêcher dans tous les vergers de Macédoine évolue indistinctement sur ces 2 hôtes (LEPAGE, 1942). Il en est de même pour le Pou de San José. Par contre, Parlatoria oleae COLVEE, autre ravageur important des Rosacées fruitières de Macédoine, n'accepte comme hôte que les fruits de Cucurbitacées (GARCIA, 1973).

Un phénomène identique a lieu avec Q. gigas qui, après avoir été essayé parallèlement sur les 2 types de support végétal, n'accepte de se développer que sur fruits de Cucurbitacées. Nous verrons, en effet, que sur tubercule de pomme-de-terre l'évolution de la Cochenille s'arrête prématurément, les individus de Q. gigas fixés normalement n'atteignant pas le 2ème stade larvaire : ils meurent tous au 1er stade larvaire, à la veille de la mue au stade suivant.

Par contre, sur fruits de Cucurbita moschata (= Banana squash des auteurs californiens) et de Citrullus vulgaris, le développement se poursuit normalement, dans la mesure où ces fruits, récoltés généralement à l'automne, se conservent en bon état jusqu'à la récolte suivante.

Pour ce faire un certain nombre de précautions doivent être prises impérativement. Il convient, en effet, de :

1) laver les fruits, avec un léger brossage de l'écorce pour éliminer les résidus de terre ;

2) tremper ceux-ci dans un bain acaricide et fongicide avant de les stocker, pour éviter au maximum toute altération ultérieure due au développement d'acariens ou de maladies cryptogamiques ;

3) les conserver à la température moyenne de 18° C - 20° C pour une humidité relative de 40 à 60 p.100 ;

4) utiliser ces fruits dans les 6 à 8 mois qui suivent la récolte. Passé ce délai, les modifications qui interviennent à l'intérieur du fruit, par suite d'une maturité excessive, risquent d'entraver l'évolution satisfaisante des cochenilles. Ce phénomène se traduit le plus fréquemment au niveau des insectes par une fixation irrégulière, de nombreuses larves mobiles se desséchant sans s'implanter, ou par un arrêt précoce de développement sur les individus qui ont réussi à se fixer normalement.

.../...

Techniques d'infestation

La technique d'infestation adoptée est la suivante :

A partir de rameaux fortement infestés, nous récoltons indistinctement les femelles et leurs pontes en raclant la surface des écorces. L'ensemble est recueilli sur un tamis fin dont les mailles laissent passer les oeufs, alors que les déchets, tels que les boucliers et les cadavres, sont retenus.

Ce tri effectué, les oeufs sont déposés et répartis sur toute la surface des fruits lorsque l'on veut constituer une souche. Pour réduire la dispersion des jeunes larves en vue d'étudier un nombre restreint d'individus dans un but très précis, l'infestation est alors réalisée dans une zone délimitée par un ruban adhésif de matière plastique.

Lorsque nous sommes contraints d'utiliser les larves mobiles comme agents d'infestation des fruits, on doit prélever celles-ci avec un pinceau fin et les déposer ensuite très délicatement à la surface du fruit ; ces différentes manipulations doivent s'effectuer toujours à la loupe binoculaire. Cette technique s'impose du fait de l'extrême fragilité des larves qui, une fois blessées, meurent très rapidement.

Conditions d'élevage

Les fruits une fois infestés, comme il a été mentionné, l'élevage est réalisé en les maintenant à la température moyenne de 27° C - 28° C pour une humidité relative de 65 - 75 p.100, avec une photopériode de 12 H obtenue artificiellement par des tubes fluorescents du type lumière du jour.

b) A l'extérieur : Echantillonnage

L'étude de l'évolution de la Cochenille dans son milieu naturel repose sur le dénombrement périodique des populations d'insectes prélevées avec leur support végétal lors des échantillonnages réalisés tout au long de l'année, tel que l'a utilisé déjà BENASSY (1961). C'est une méthode voisine de celle préconisée avant lui par VASSEUR et SCHVESTER (1957) qui signalaient, dans le cas du Pou de San José que l'observation directe du cycle évolutif de l'Insecte est rendue difficile par le chevauchement des différentes générations dû à la longue période de parturition des femelles, ce qui fait qu'à tout moment, en cours de saison notamment, les différents stades d'évolution de Q. gigas peuvent être observés, en nombre plus ou moins important.

.../...

Dès lors, à un moment précis et par rapport au comptage précédent, l'accroissement en proportion d'un stade donné indique que la population étudiée est passée à ce stade. Ces précisions permettent de dresser le cycle évolutif de la Cochenille.

Pour ce faire, nous avons effectué un échantillonnage tous les 10 à 15 jours environ, durant toute l'année. Les différents échantillons étaient constitués principalement par des rameaux de 2 ans, prélevés tout autour des troncs, à hauteur d'homme ou au-dessus, ceci successivement sur 10 arbres alignés. L'ensemble de l'échantillon représentait de 15 à 20 mètres linéaires de rameaux infestés d'une façon régulière par les populations de Q. gigas.

Les comptages ainsi pratiqués portaient chaque fois sur 500 à 1 000 individus caractérisés soit par leur stade, soit par leur état dans le cas des femelles adultes. En effet, les différents stades d'évolution de la Cochenille sont considérés en détail depuis l'oeuf jusqu'à la femelle pondeuse en passant par tous les intermédiaires à savoir :

- les larves néonates ou larves mobiles ;
- les larves du 1er stade, encore dénommées : 1er stades larvaires ;
- les larves du 2ème stade, dites aussi 2ème stades larvaires, parmi lesquelles on distingue les 2ème stades femelles et les 2ème stades mâles dont l'évolution passe successivement par les stades pronymphe et nymphe ;
- les mâles adultes, dont la sortie est attestée par la présence de follicules vides, plus que par l'observation directe du vol ;
- les femelles adultes, que l'on peut séparer, en fonction de leur état successif d'évolution, en trois types distincts : les femelles jeunes (femelle I), les femelles en gestation (femelles II) et les femelles en train de pondre (femelles III).

Quant à ces divers stades, ils peuvent être vivants, morts naturellement, ou morts par suite de la présence d'un parasite. A ce niveau, l'hôte Cochenille, peut être encore vivant lorsque le parasite est représenté par ses oeufs ou ses jeunes larves. Par la suite, lorsque le parasite évolue, l'hôte se dessèche très rapidement et meurt. C'est ainsi que l'on prend en considération dans nos comptages, parallèlement à l'évolution de l'hôte, celle des parasites représentés successivement par les stades jeunes larves, vieilles larves, nymphes et trous de sortie. Ces derniers sont utilisés dans l'appréciation du cycle évolutif des parasites, comme témoins d'une éclosion récente des adultes ; ils entrent également dans l'estimation de l'importance totale du taux de parasitisme au niveau des populations de Q. gigas.

.../...

B - Cycle évolutif de la Cochenille

a) Au laboratoire : Evolution sur courge (fig. 6)

Dans les conditions d'élevage définies plus haut (27 - 28° C, HR = 65 - 75 p.100, élevage sur courge "Cucurbita moschata"), nous avons suivi l'évolution de la Cochenille par des observations régulières pratiquées tous les 2 jours. Dès le moment où il fut possible de distinguer les sexes au niveau des 2ème stades larvaires par suite de l'allongement du bouclier chez le mâle, nous avons retourné un certain nombre de boucliers, afin de préciser exactement l'évolution des individus de la lignée mâle. Dans cette dernière, les stades successifs de développement, prénymphe, nymphe et adulte, apparaissent également durant les deux semaines nécessaires à l'évolution des deuxièmes stades femelles jusqu'à l'adulte. Des résultats obtenus, il ressort que le cycle évolutif de Q. gigas peut s'établir dans les conditions mentionnées selon un schéma général représenté fig. 7 où les dates citées ne le sont qu'à titre d'information, pour marquer exactement la durée de chaque stade.

En résumé, la durée de ce cycle évolutif est de 58 - 59 jours en moyenne dans nos conditions, répartis ainsi :

- incubation des oeufs : 7 jours
- larves mobiles : 3 - 4 jours
- 1er stade larvaire : 10 jours
- 2ème stade larvaire : 14 jours
- femelle adulte, de la jeune femelle jusqu'à la ponte : 25 jours.

Si la grande majorité des individus observés en élevage sur courge suit l'évolution rapportée ci-dessus, un pourcentage de l'ordre de 10 à 15 p.100 des individus fixés (observations réalisées jusqu'à présent) s'en éloigne, les différences notées tenant avant tout à un allongement du cycle évolutif qui s'établirait alors sur le même hôte à 68 - 69 jours et plus.

Evolution sur les tubercules de pommes-de-terre

Sur tubercules, les larves mobiles se fixent normalement. Elles secrètent ensuite leur bouclier du 1er stade larvaire, en même temps que celui qui recouvre les individus fixés comparativement sur Cucurbitacée. Mais alors que ces derniers, le 1er stade achevé, muent au stade suivant, les cochenilles évoluant sur tubercule sont dans l'impossibilité de poursuivre plus avant leur développement. Elles meurent et se dessèchent rapidement (15 à 20 jours après leur fixation).

.../...

Fig. 6 : Elevage en laboratoire de Q. gigas THIEM et GERNECK sur courge (Cucurbita moschata). La population est constituée de femelles adultes et de premiers stades fixés.

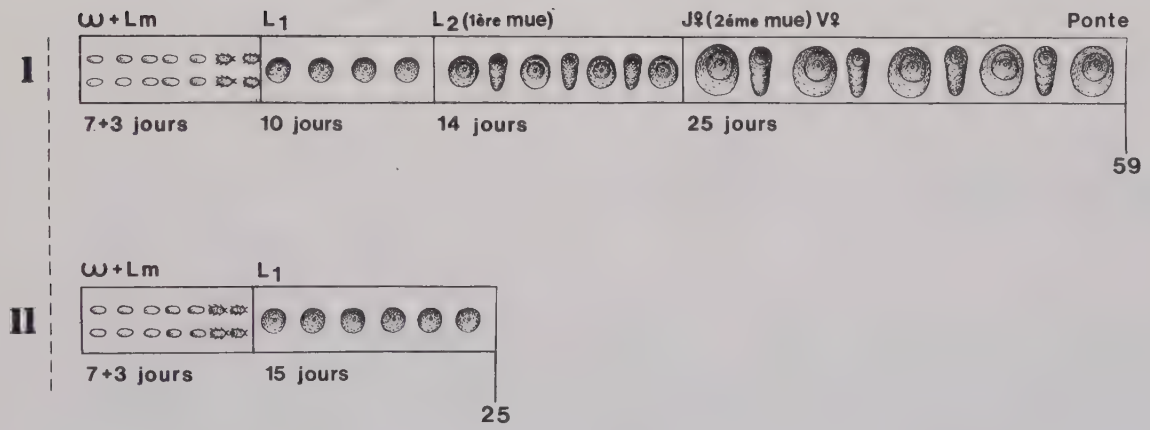


Fig. 7 : Evolution schématique de Q. gigas THIEM et GERNECK sur Cucurbita moschata (I) et sur tubercule de pomme de terre (II) dans les conditions expérimentales de 27-28° C et 75 à 80 p.100 H.R..

b) Dans les conditions naturelles :

Particularités du milieu d'évolution

Comme dans tout le Bassin méditerranéen, les pluies des saisons intermédiaires et celles de la saison froide sont essentiellement liées aux perturbations barométriques et aux fronts séparant des masses d'air de qualités différentes (air polaire continental, froid et sec, formé sur les plaines couvertes de neige de Russie et des pays du Danube ; air polaire maritime, frais et humide provenant de l'Atlantique ; air saharien, tiède et sec ; air polaire atlantique stagnant dans la Méditerranée occidentale, plus chaude de 10° que l'Atlantique ; air tropical maritime hivernal, tiède).

Lorsque ces masses d'air circulent en Méditerranée orientale, elles bifurquent au-dessus de la Grèce continentale, passant au-dessus de la Macédoine pour atteindre la Mer Noire en contournant l'Asie Mineure et en passant plus au Sud pour atteindre le Golfe persique. Notamment, la dérivation du front polaire, dite front méditerranéen, provoque un large couloir de basses pressions, avec des vents circulant d'abord du Nord-Ouest vers le Sud-Est en direction de l'Ital centrale, ces vents rebroussant chemin ensuite, en direction du Nord-Est à trave l'Europe orientale (notamment en Macédoine) et centrale. Lorsqu'il y a jonction entre l'anticyclone des Açores et celui de Sibérie, au Nord du domaine méditerranéen, le front méditerranéen acquiert une complète indépendance vis-à-vis du front polaire. Des masses d'air de haute pression occupent alors la région macédonienne.

La présence des montagnes balkaniques, toutes proches, explique les dépressions hivernales en provenance de la Méditerranée, mer entourée de toute part par les terres.

Le fait que l'air froid est le plus fréquemment la cause des pertubations méditerranéennes a pour conséquence des pluies abondantes originaires de front froid, donc à caractère orageux. Les orages sont d'autant plus facilement déclenchés que les masses d'air froid se heurtent rapidement aux reliefs balkaniques. Les caractéristiques hivernales et d'intersaisons sont variables, les périodes ventées (vent de Nord-Est appelé Vardaris), pluvieuses ou nuageuses, sont séparées par de longues semaines où règne l'anticyclone de Sibérie. On a alors de belles journées ensoleillées qui se traduisent par des maxima diurnes élevés et des nuits où le thermomètre descend en dessous de zéro.

.../...

Au printemps et en automne, l'anticyclone sibérien, introduit de véritables enclaves estivales et on a l'impression, certaines années d'une fin d'été qui se prolonge jusqu'à la Noël, notamment dans le secteur de MONOSPITA. L'été, saison sèche, est rarement perturbé par des vents ou des pluies d'orage. Le domaine méditerranéen auquel appartient la Macédoine, est sous l'influence de l'anticyclone des Açores et il y a absence totale de pluies de convection caractéristiques des climats danubiens situés au-delà de la chaîne balkanique. La durée de cette saison sèche varie beaucoup d'une année à l'autre. En moyenne elle est de trois à quatre mois.

Le régime pluviométrique comporte un double maximum de printemps et d'automne, mais déjà une influence continentale se fait sentir, surtout à l'Est de THESSALONIKI (DRAMA - FILIPPI - KAVALA) avec des orages passagers en hiver et des contrastes thermiques plus accusés dus aux passages sporadiques des masses d'air froid du Nord-Est par-dessus le massif frontalier bulgare. Ailleurs, aucun relief ne gêne l'influence maritime qui pénètre plus profondément à l'intérieur des terres, notamment en hiver, ce qui donne une saison douce en fin d'année.

Dans cette région de Macédoine, les 2 localités de MONOSPITA et de FILIPPI où sont effectuées les principales notations relatives à Q. gigas diffèrent l'une de l'autre par les conditions de température essentiellement.

TABLEAU n° 2

Températures moyennes mensuelles à Monospita et à Filippi au cours des trois dernières années.

Régions d'observation	ANNEES	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
MONOSPITA	1971	8° C	9° C	11 ° C	19° C	24°5C	28°5 C	29°5 C	31° C	25°5 C	22°5 C	12° C	10°5 C
FILIPPI		9° C	8° C	8°5 C	18° C	24° C	29° C	27° C	29° C	26° C	22°5 C	14° C	7° C
MONOSPITA	1972	9° C	9° C	15° C	21° C	28° C	30° C	31° C	32° C	27° C	23° C	13° C	15° C
FILIPPI		7° C	7° C	12° C	19° C	25°5C	30° C	30°5 C	31° C	25°5 C	22° C	11°5C	8° C
MONOSPITA	1973	6° C	7° C	14° C	19° C	28° C	27° C	31°5 C	27° C	26° C	24°5 C	17° C	12°5 C
FILIPPI		4° C	9° C	11° C	17°5C	26° C	26° C	30°5 C	27° C	24°5 C	21°5 C	15° C	11° C

Les températures mensuelles moyennes de ces 2 localités sont mentionnées tableau n° 2. A l'exception de quelques relevés (janvier, juin, septembre, novembre 1971 et février 1973), la région de MONOSPITA apparaît d'une façon générale comme plus chaude que celle de FILIPPI ; des différences de l'ordre d'un demi-degré à 2 degrés portant sur les moyennes mensuelles ont été ainsi relevées au cours des 3 années étudiées. On peut penser dans ces conditions que de telles variations auront une influence visible sur l'évolution comparée de la Cochenille dans ces 2 biotopes particuliers.

Hivernation de la Cochenille

Les observations faites dans la région de MONOSPITA et dans les autres régions de Macédoine (FILIPPI, KAVALA, KAVALARI, THESSALONIKI, KATERINI) montrent que Q. gigas hiverne essentiellement au 2ème stade larvaire. Dans les populations rencontrées durant cette saison, on peut observer également une faible proportion de femelles (fig. 8).

Dans le tableau n° 3 où sont consignées nos diverses observations des 3 années concernées (1971-1972-1973), l'importance des 2ème stades larvaires indistinctement mâles et femelles, varie en effet, selon les dates de prélèvement de 80 à 100 p.100. Les 2ème stades mâles rencontrés sont toujours des pronymphes ; il n'a jamais été constaté des stades plus avancés d'évolution. Et la faible proportion restant d'individus hivernants est représentée essentiellement par des femelles.

Au seuil de l'hiver, les populations de Q. gigas sont constituées de tous les stades de développement en proportions variables cependant. On y rencontre ainsi des larves mobiles jusqu'en novembre et par année exceptionnelle jusqu'au début de décembre dans la région de MONOSPITA.

Des 1er stades larvaires sont visibles également, mais très rapidement ils muent au 2ème stade larvaire. Et, dès la fin du mois de novembre, les 2ème stades constituent la majorité des individus hivernants. Il est intéressant de souligner ici que l'existence durant tout l'hiver de pronymphes (P.N.) à l'exclusion de tout autre stade d'évolution chez les 2ème stades mâles, indique que l'arrêt de développement dû aux conditions climatiques s'effectue précocement. C'est ce qui pourrait expliquer que STANEV (1965) donne les 1er et 2ème stades larvaires de Q. gigas comme caractéristiques de l'hivernation de l'espèce en Bulgarie.

Evolution de la Cochenille en cours de saison (fig. 9

A la sortie de l'hiver, dès la fin février ou au plus tard début mars, les divers individus constituant les populations de Q. gigas reprennent leur évolution. Ce phénomène se caractérise par la reprise de l'alimentation, nettement visible, du fait de la pénétration du rostre des cochenilles dans le tissu végétal qui lie de nouveau étroitement l'Insecte à son hôte. Jusqu'à cette époque, en effet, durant tout l'hiver, l'Insecte était maintenu à la surface de la plante par sa seule adhérence, son rostre étant retiré.

.../...

Fig. 8 : Hivernation de Q. gigas THIEM et GERN., au 2ème stade larvaire. Le document montre 2 individus de la lignée femelle et 1 individu de la lignée mâle (à droite) auxquels les boucliers protecteurs ont été soulevés. (Photo I.N.R.A. - Antibes)

TABLEAU N° 3

Stade d'hivernation de Q. gigas THIEM et GERNECK en Macédoine Centrale pour les années (1971-1973).

	Plantes hôtes	Localités	Date de l'examen	Stades des insectes				
				Larves et Femelles en %				
				I	II	I	II	III
1	Populus nigra	MONOSPITA - NAOUSSA	4/01/71	-	98	-	2	-
2	"	FILIPPI - KAVALA	8/01/71	-	80	20	-	-
3	"	SAN-GEORGES	14/01/71	-	95	5	-	-
4	thevestina	KAVALARI - THESSA-LONIKI	28/01/71	-	81	-	-	19
5	nigra	MONOSPITA - NAOUSSA	2/02/71	-	93	7	-	-
6	"	FILIPPI - KAVALA	18/02/71	-	89	11	-	-
7	"	MONOSPITA - NAOUSSA	2/03/71	-	85	2	-	13
8	"	FILIPPI - KAVALA	12/12/72	-	91	9	-	-
9	thevestina	MONOSPITA - NAOUSSA	16/01/72	-	96	4	-	-
0	nigra	FILIPPI - KAVALA	27/01/72	-	75	11	-	14
1	"	MONOSPITA - NAOUSSA	8/02/72	-	100	-	-	-
2	"	FILIPPI - KAVALA	12/02/72	-	88	-	-	-
3	"	MONOSPITA - NAOUSSA	2/03/72	-	100	-	-	-
4	"	FILIPPI - KAVALA	7/03/72	-	98	2	-	-
5	thevestina	MONOSPITA - KAVALA	13/01/73	-	100	-	-	-
6	"	FILIPPI - KAVALA	1/03/73	-	92	8	-	-

En 1972, courant mars, pendant que les 2ème stades larvaires femelles poursuivent leur développement les pronymphes mâles atteignent le stade nymphal. Les premières femelles adultes les plus précoces issues des 2ème stades hivernants, apparaissent au cours de la première décade d'avril. Parallèlement le début de sortie des mâles ailés se situe aux environs du 10 avril. A partir de cette date, la proportion de femelles va croissante tandis que diminue comparativement l'importance des 2ème stades. C'est ainsi, par exemple, que les femelles représentent à elles seules 70 p.100 des individus dénombrés fin avril. Leur importance plafonne ensuite à 85 p.100, le 15 mai à la veille de l'émission des premiers oeufs.

La ponte s'accentue tout au long de la 2ème quinzaine du mois et les larves mobiles qui en sont issues se manifestent, pour les plus précoces, dans les tous derniers jours de mai. Elles caractérisent le début de la première génération annuelle de Q. gigas. Les premières larves éclosent avant que les femelles aient achevé de pondre tous leurs oeufs. Ces larves sont mobiles et peuvent se déplacer pendant quelques heures à 2 jours au maximum à la recherche d'un lieu de fixation.

L'échelonnement des pontes sur 1 mois, conduit à une éclosion de larves mobiles d'une durée équivalente s'étendant jusqu'au 10 juillet environ, le maximum d'éclosions se situant durant la première décade de juin. Le 10 juin, en effet, l'importance des seules larves mobiles représente 35 p.100 de la population de cochenilles inventoriées à cette date.

Ultérieurement les 1er et les 2ème stades larvaires vont se succéder rapidement. L'échelonnement des pontes et des sorties de larves mobiles noté antérieurement entraîne dès le début de l'été la présence pratiquement constante de tous les stades de développement à chaque observation.

Parallèlement à l'apparition des jeunes femelles, localisées pour les premières dans les derniers jours de juin ou les tous premiers jours de juillet, se situe l'éclosion des mâles adultes. Il en résulte à peine un mois plus tard, soit dans les derniers jours de juillet, les premières pontes qui éclosent très rapidement pour donner naissance à cette époque à la 2ème génération annuelle, comme en témoigne l'abondance des larves mobiles observées début août.

.../...

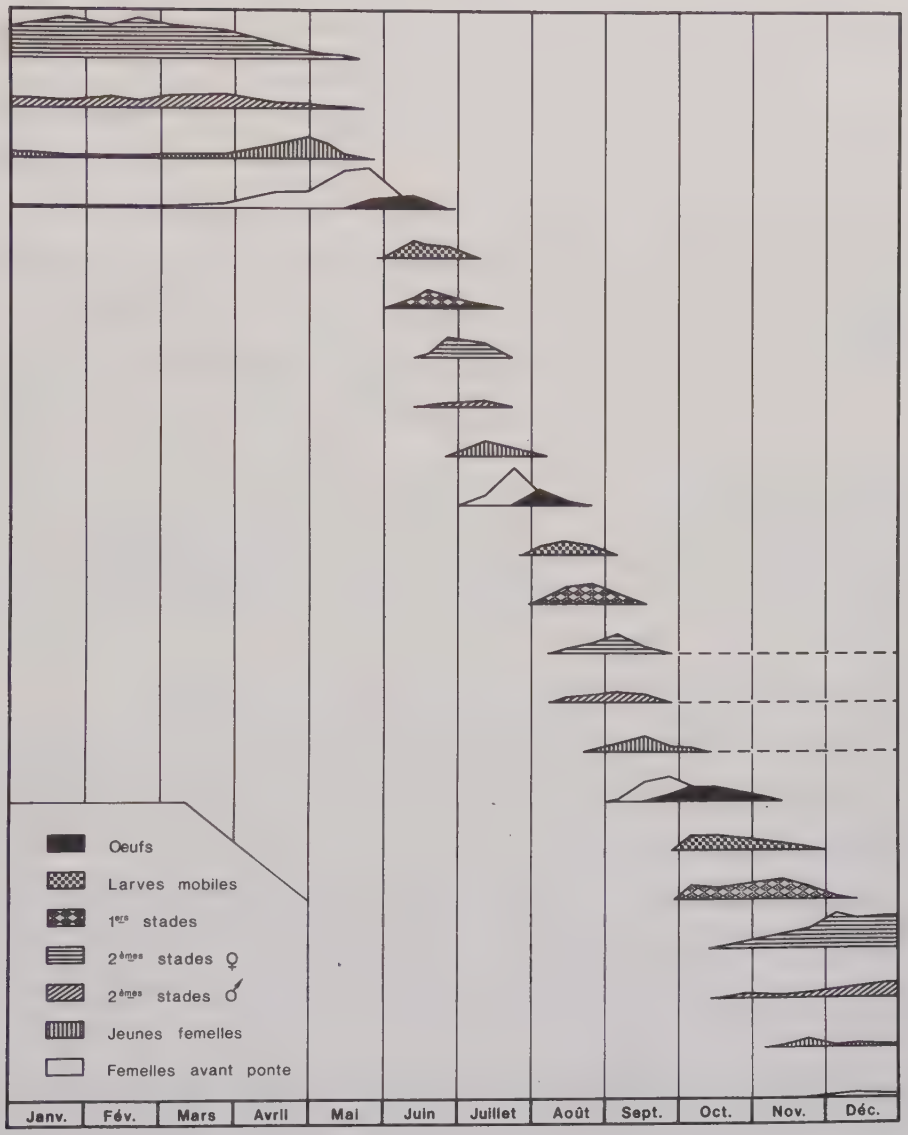


Fig. 9 : Cycle évolutif de Q. gigas THIEM et GERNECK dans les conditions climatiques de la Macédoine (Monospita, 1972).

A cette époque, un phénomène particulier frappe une partie non négligeable des individus de la 2ème génération annuelle. Tandis que la majorité des cochenilles présentes, soit environ 60 p.100 dans la région de MONOSPITA, poursuit normalement son évolution pour permettre l'apparition avant l'hiver d'une 3ème génération annuelle, les individus restant font preuve d'un développement beaucoup plus lent les amenant à ne pas dépasser soit le 2ème stade larvaire, soit le stade jeune femelle avant les premiers froids.

Les pontes de la fraction régulièrement développée de cette 2ème génération, sont observées du 15 septembre au 10 novembre environ. Et les larves mobiles, début d'une 3ème génération annuelle, se manifestent d'une façon particulièrement échelonnée, puisqu'elles sont visibles durant 2 mois environ, à partir des derniers jours de septembre.

On retrouve donc fin novembre une population hivernante constituée essentiellement de 2ème stades larvaires issus en proportions variables de la 2ème et de la 3ème génération annuelle.

L'année suivante, dans la même localité, l'évolution de Q. gigas apparaît comme identique, si l'on en juge par les périodes de ponte et de sortie de larves mobiles en cours d'année. On retrouve, en effet, les 3 générations successives précédemment observées à des dates très voisines de celles notées en 1972. Tout au plus peut-on enregistrer un décalage de l'ordre d'une semaine environ, l'année 1973 étant moins favorable au développement de la cochenille que 1972, dans le début d'apparition des diverses générations.

Cette modification du cycle évolutif de Q. gigas enregistrée pour une localité déterminée, entre les années, se retrouve également, pour une année donnée, entre les 2 localités d'observations.

C'est ainsi, par exemple, qu'en 1973 (fig. 10) les larves mobiles commencent à se manifester dans les derniers jours de mai à MONOSPITA ; elles apparaissent comparativement aux alentours du 10 juin à FILIPPI, soit 8 à 10 jours plus tard. Ce décalage se maintient durant toute l'évolution de cette 1ère génération et l'on peut observer les larves mobiles les plus précoces, de la 2ème génération annuelle dans les derniers jours du mois de juillet à MONOSPITA, tandis qu'elles ne sont visibles que durant la 1ère semaine d'août à FILIPPI. De même, le début de la 3ème génération s'observe décalé d'une semaine environ à l'automne; il se situe fin septembre, début octobre à MONOSPITA, à partir du 10 octobre à FILIPPI.

.../...

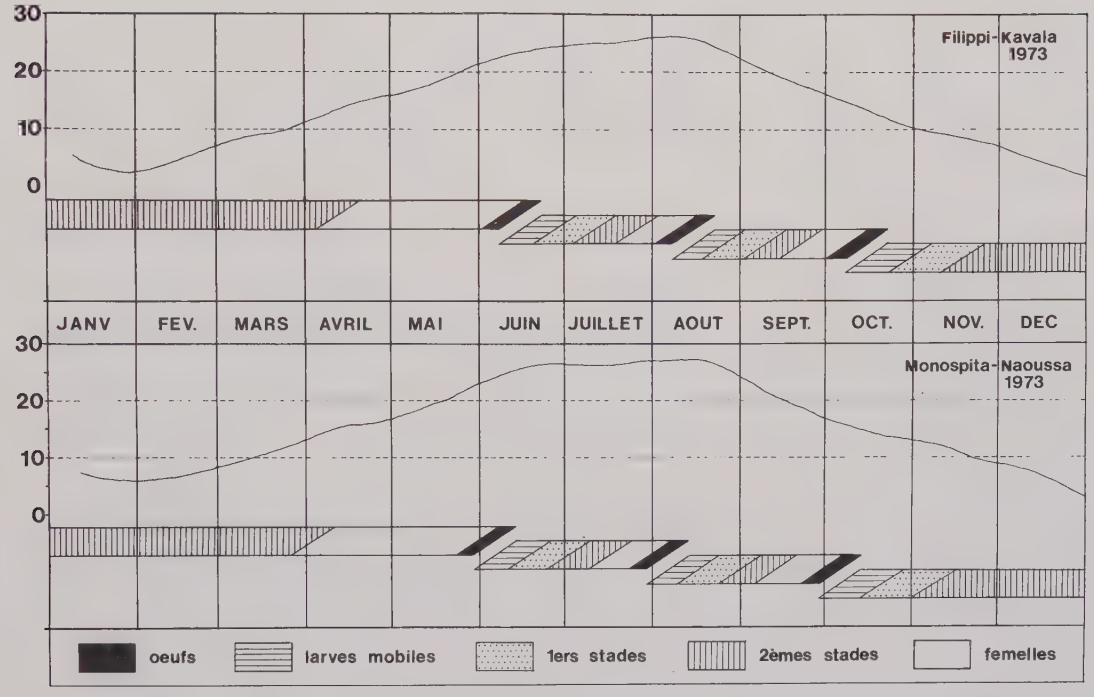


Fig. 10 : Cycle évolutif comparé de Q. gigas THIEM et GERN. sur peuplier à Monospita et à Filippi en 1973, en fonction des conditions climatiques (températures moyennes)

Un essai d'interprétation de ces modifications, mineures, du cycle évolutif de Q. gigas peut être recherché dans l'influence des conditions des milieux respectifs d'évolution de la Cochenille.

Si l'on en juge par les seules températures moyennes mensuelles relevées sous abri en 1973, à l'exclusion de considérations relatives à l'hygrométrie, les 2 localités jouissant d'une humidité comparable par suite de leur proximité de la mer, la zone de MONOSPITA apparaît nous l'avons vu d'une façon générale comme plus chaude durant toute l'année que celle de FILIPPI. Au printemps notamment, les moyennes sont supérieures à MONOSPITA de 1°5 à 2° C. Cette différence s'atténue au cours de l'été ; elle s'établit à 1° pour les mois de juin (27° et 26° C) et de juillet (31°5 et 30°5) ; elle est nulle en août et s'accroît de nouveau à partir de septembre, avec 2°5 ; elle plafonne en octobre et diminue par la suite. Pour cette espèce polyvoltine dont le cycle dépend étroitement des conditions climatiques, il semble cependant que les variations d'évolution enregistrées entre les 2 localités en 1973 sont sans commune mesure avec celles que l'on pourrait attendre de l'influence des conditions climatiques observées. On doit donc penser que Q. gigas en Macédoine évolue dans une zone qui se situe à la limite de son optimum thermique ; si la région de FILIPPI, en effet, lui offre les conditions favorables à son développement, celles de MONOSPITA par contre sont en partie néfastes à son évolution et le cycle de l'insecte est peu différent d'une localité à l'autre.

Cette idée qui voit en Q. gigas, une espèce adaptée aux régions tempérées se trouve confirmée par la répartition de cette Cochenille à l'échelle européenne. A l'exception de l'Algérie et de la Turquie, en effet, où elle a été signalée, elle est avant tout mentionnée dans les pays d'Europe Centrale qui constituent l'aire de répartition préférencielle des différentes espèces du genre Quadraspidiotus (BALACHOWSKY, 1948).

En résumé, Q. gigas possède en Macédoine un cycle évolutif caractérisé par l'apparition successive de 3 générations ; si la première est totale, une fraction plus ou moins importante de la seconde seulement donne naissance à une troisième avant l'automne.

Les Balkans franchis, l'évolution de cette Diaspine ne comporterait qu'une génération annuelle en Bulgarie (STANEV, 1965). Compte-tenu de nos observations et en l'absence des données climatiques caractéristiques du milieu où s'effectuaient les notations en Bulgarie, on doit penser que l'étude de cette Cochenille a été conduite dans des conditions microclimatiques très particulières, pour justifier un tel cycle d'évolution.

.../...

C - Mortalité naturelle

L'influence des facteurs abiotiques représentés surtout par les facteurs climatiques se traduit par la destruction d'une certaine proportion de cochenilles soit au cours de l'hiver, soit en été. La mortalité naturelle frappe principalement les larves de 2ème stade en hiver, surtout les larves de 1er stad en été.

a) La mortalité hivernale (tab. n° 4)

Dans l'étude des facteurs limitant la dynamique des populations, il importe d'envisager l'action de la température même dans ces régions où les hive sont peu rigoureux. Sous de tels climats, en effet, la reprise d'activité de la Cochenille s'effectue très tôt, fin février, début mars ; il peut survenir à cette période, et suivant les années, des variations de température brusques, et de grande amplitude.

Bien qu'hivernant à un stade plus avancé que Q. perniciosus, très sensible à ces modifications climatiques lors de la reprise de son évolution (VASSEUR et SCHVESTER, 1957 ; BENASSY, 1958), il est vraisemblable que Q. gigas réagit d'une façon comparable, si les mêmes variations climatiques se produisent au moment de la mue.

Dans la région de MONOSPITA, la mortalité hivernale présente un aspec homogène relativement stable durant la première partie de l'hiver. C'est ainsi, par exemple, qu'au cours des 2 années 1971 et 1972, cette mortalité ne dépassait pas 20 p.100 des individus hivernants. Elle était en moyenne de l'ordre de 10 à 15 p.100 en 1971 ; mais elle se révélait légèrement plus élevée l'année suivante la moyenne s'établissait aux environs de 20 à 22 p.100 en effet. En mars, la mortalité accuse parfois une légère augmentation, elle plafonnait en 1971 comme en 1972 à un chiffre voisin de 30 p.100. Comparativement, et pour la même période à FILIPPI, la mortalité hivernale frappant les 2ème stades hivernants au cours de la première moitié de l'hiver n'a pas l'homogénéité de celle observée dans l'autre région et, selon les observations, elle varie de 6 à 20 p.100 entre le début janvier et la mi-février. Passé cette date, elle augmente comme précédemmen pour atteindre un chiffre moyen, voisin de 30 p.100.

b) La mortalité estivale (tab. n° 5 et 5 bis)

Chez les Cochenilles Diaspines, BALACHOWSKY (1939)indique que des variations brusques de température et d'humidité, une insolation trop intense, un vent particulièrement violent,toutes conditions caractéristiques de la période estivale entraînent une mortalité très élevée des individus appartenant au premi

.../...

stade d'évolution. Ultérieurement, les cochenilles deviennent beaucoup plus résistantes aux facteurs externes.

Pour le Pou de San José (Q. perniciosus) VASSEUR et SCHVESTER (1957), BENASSY (1961) l'action combinée des fortes températures et d'une basse hygrométrie provoque la destruction des larves mobiles et des premiers stades fixés (boucliers blancs) dans une proportion pouvant atteindre jusqu'à 50 p.100 de la population globale, lors de certains étés particulièrement secs et chauds. Par contre, lorsque les conditions climatiques estivales sont caractérisées par des températures basses et des périodes de forte humidité, le taux de mortalité ne dépasse pas 30 p.100.

On retrouve un phénomène du même type dans le cas de Q. gigas où dans les 2 localités d'observations, quelles que soient les années, le quart environ des jeunes stades (larves mobiles et premiers stades fixés) de chaque génération est détruit dès leur apparition. Quant à la mortalité frappant les 2ème stades, comparable entre les années et les localités, elle est en général stable, faible et négligeable, car toujours inférieure à 10 p.100.

Si l'on rapproche nos observations de celles précédemment citées sur Q. perniciosus les mortalités enregistrées pour Q. gigas seraient donc celles de régions où les conditions climatiques estivales sont caractérisées par des températures basses et des périodes de forte humidité, ce qui n'est pas le cas nous l'avons vu déjà, pour la température, la région de MONOSPITA étant d'une façon générale plus chaude que celle de FILIPPI. Les différences existantes devraient donc se répercuter au niveau des mortalités.

Or, il n'en est rien, ce qui laisse penser que les pratiques culturales et avant tout l'irrigation, conduites du printemps à la fin de l'automne en entretenant au niveau des vergers et des brise-vents qui leur sont associés, une humidité constante toujours forte, jouent un rôle régulateur propre à limiter l'action destructrice des fortes températures.

TABLEAU n° 4

Mortalité hivernale de Q. gigas exprimée en p.100 sur peuplier dans deux régions distinctes.

DATE DE L'EXAMEN	MONOSPITA - NAOUSSA		DATE DE L'EXAMEN	FILIPPI - KAVALA	
	1971	1972		1971	1972
4.01	14,7		3.01	7,2	
7.01		20,3	8.01		12,4
27.01	12,4		25.01	5,9	
28.01		21,5	26.01		16,8
12.02	11,4		12.02	19,1	
14.02		22,7	15.02		7,9
24.02	29,1		23.02	23,1	
26.02		12,5	28.02		20,4
14.03	18,2		10.03	18,3	
16.03		23,9	12.03		15,5
29.03	33,1		28.03	24,1	
31.03		29,7	29.03		28,1
10.04	27,3		12.04	22,5	
12.04		26,2	15.04		27,2

TABLEAU n° 5

Mortalité naturelle des jeunes stades de Q. gigas fixés sur peuplier exprimée en p.100, au cours de l'été.

DATE DE L'EXAMEN	MONOSPITA - NAOUSSA 1971		MONOSPITA - NAOUSSA 1972	
	Stades des insectes en %		Stades des insectes en %	
	L.M. 1er stade	2e stade ♀ et ♂	L.M. 1er stade	2e stade ♀ et ♂
25.05	-	-	5,5	-
27.05	4,2	-	-	-
9.06	-	-	24,1	-
14.06	21,4	-	-	-
16.06	-	-	25,2	-
22.06	20,1	-	-	-
26.06	-	-	12,5	4,1
29.06	10,2	2,2	-	-
13.07	-	-	6,1	5,0
14.07	4,3	5,2	-	-
22.07	-	-	-	4,2
23.07	-	3,4	-	-
28.07	-	-	-	-
30.07	-	-	-	-
8.08	-	-	8,4	-
10.08	7,2	-	-	-
15.08	25,3	-	-	-
16.08	-	-	29,2	-
27.08	13,1	7,4	-	-
30.08	-	-	18,1	6,2
7.09	-	-	5,7	4,6
8.09	4,1	5,5	-	-
14.09	-	-	-	5,4
16.09	-	4,2	-	-
25.09	-	-	8,3	-
29.09	6.2	-	-	-
5.10	-	-	35,1	-
12.10	33,2	-	-	-
14.10	-	-	15,8	-
22.10	14,5	-	-	-
23.10	-	-	14,2	5,1
29.10	13,1	4,0	-	-

TABLEAU n° 5 bis

Mortalité naturelle des jeunes stades de Q. gigas fixés sur peuplier exprimée en p.100 au cours de l'été.

DATE DE L'EXAMEN	FILIPPI - KAVALA 1971		FILIPPI - KAVALA 1972	
	Stades des insectes en %		Stades des insectes en %	
	L.M. 1er stade	2e stade ♀ et ♂	L.M. 1er stade	2e stade ♀ et ♂
24.05	-	-	-	-
26.05	-	-	-	-
10.06	-	-	20,0	-
12.06	18,2	-	-	-
18.06	-	-	22,3	-
19.06	21,3	-	-	-
28.06	7,2	2,1	-	-
30.06	-	-	8,9	3,1
11.07	2,3	3,2	-	-
12.07	-	-	6,2	2,4
21.07	-	1,5	-	-
22.07	-	-	-	3,4
29.07	-	-	-	-
30.07	-	-	-	-
5.08	-	-	11,3	-
7.08	4,1	-	-	-
11.08	-	-	27,5	-
12.08	24,3	-	-	-
23.08	12,1	6,2	-	-
25.08	-	-	18,1	2,3
3.09	-	-	6,2	4,1
6.09	3,4	4,5	-	-
12.09	-	-	7,1	-
14.09	-	2,6	-	-
24.09	-	-	6,4	-
27.09	5,2	-	-	-
8.10	-	-	34,1	-
10.10	31,1	-	-	-
18.10	-	-	14,2	-
21.10	7,5	-	-	-
27.10	-	-	16,2	3,4
30.10	14,1	3,2	-	-

CHAPITRE II

ETUDE DU COMPLEXE PARASITAIRE DE Q. GIGAS THIEM ET GERNECK

1. INVENTAIRE DES DIFFERENTS PARASITES

Ils sont représentés principalement par quatre espèces toutes endophages et par quelques autres plutôt rares telles qu'Aphytis sp., Azotus sp. et Euaphycus duplus TSHUMAKOVA.

Ces quatre espèces appartiennent au groupe des Chalcidiens et se répartissent entre la famille des Aphelinidae (Archenomus maritimus NIKOLSKAJA et Hispaniella lauri MERCET) et celle des Encyrtidae (Comperiella bifasciata HOWARD et Coccidencyrtus dissimilis TSHUMAKOVA).

A - Description des principales espèces

a) Archenomus maritimus NLK (fig. 11)

Le corps de la femelle de cette espèce est de couleur brunâtre, la longueur est de 1 mm approximativement.

Les antennes de la femelle portent un funicule de 3 articles subcylindriques et subégaux. La massue est très évoluée, longue et subfusiforme.

Les antennes du mâle sont constituées d'un flagelle comprenant 6 articles dont le 2ème est en forme d'anneau, alors que les autres sont subcylindriques portant plusieurs sensilles linéaires.

Les ailes antérieures sont typiques des Aphelinidae, avec une bande large, jaunâtre, garnie de soies, qui arrive au niveau de la nervation stigmatique.

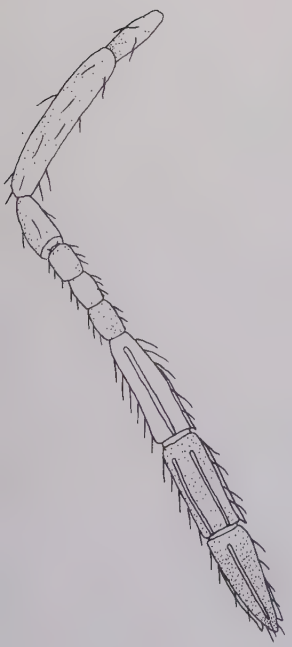
b) Hispaniella lauri MERCET (fig. 12)

Le corps vivant de la femelle est typiquement jaunâtre avec le pronotum et les mésopleures de couleur brun foncé.

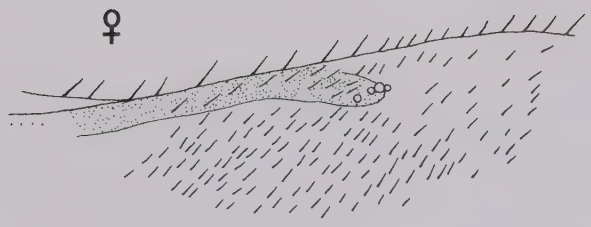
Les antennes présentent un funicule de 3 articles subcylindriques, dont le 3ème est légèrement plus développé que les précédents. La massue, aussi longue que le funicule et le pédicelle réunis, est composée de 3 articles subégaux

.../...

Figure 11 : Archenomus maritimus NLK
Femelle adulte, antennes mâle et femelle
et nervation alaire femelle (dessins originaux).



♀



♂

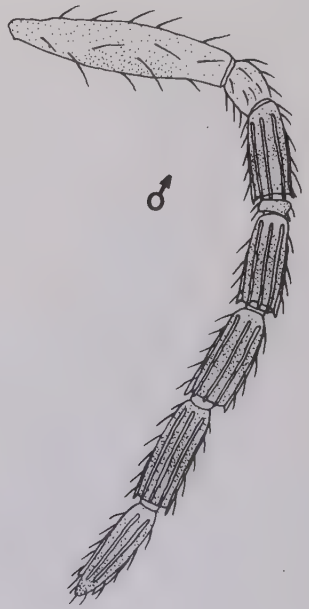
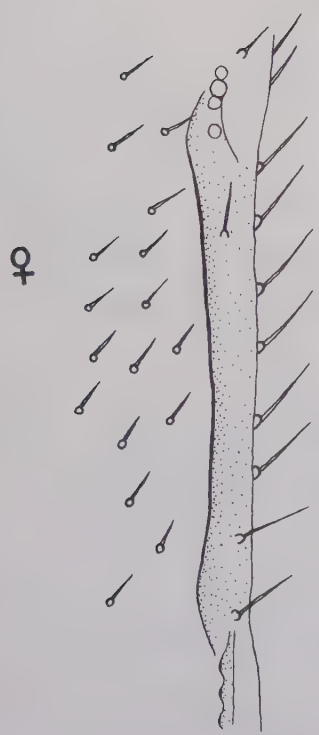
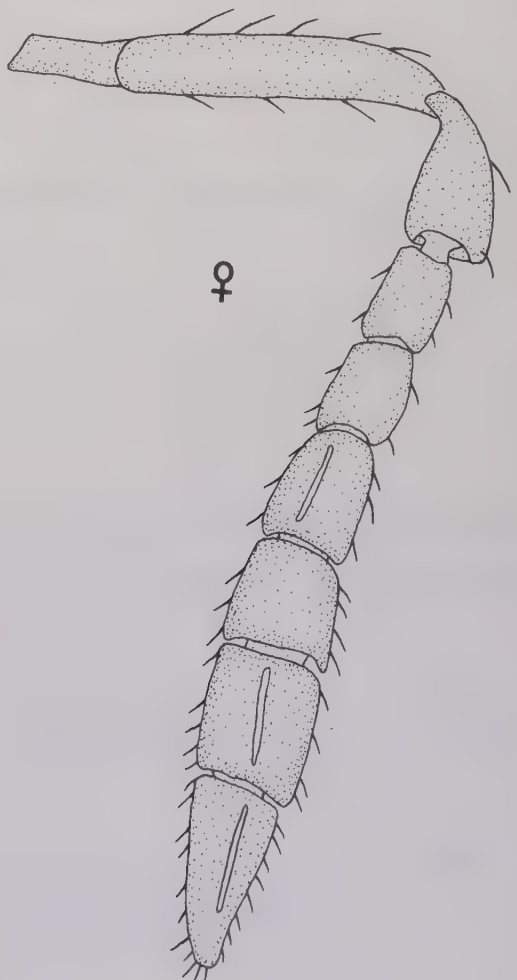


Figure 12 : Hispaniella lauri MERCET
Femelle adulte, antennes et nervation alaire
(dessins originaux).



♀



♀

Les ailes antérieures de la femelle ressemblent à celles d'Archenomus maritimus, elles en diffèrent cependant par la longueur des cils marginaux du bord inférieur ; ils sont plus longs chez H. lauri que chez A. maritimus.

La longueur varie de 0,5 à 0,6 mm.

c) Comperiella bifasciata HOW. (fig. 13)

L'adulte se reconnaît facilement par les deux bandes typiques noires qui se trouvent le long des deux ailes antérieures et le point noir correspondant à la nervation marginale.

Les antennes ont une forme typique :

- Chez la femelle, l'antenne est constituée d'un funicule formé de 6 articles aplatis et surmontés d'une massue trisegmentaire.

- Au contraire, chez le mâle, les antennes sont plus longues ; elles sont constituées d'un funicule composé de 6 articles subcylindriques portant de longues soies dressées à la verticale et d'une massue d'un seul article.

Le corps de la femelle est noirâtre avec des reflets bleuâtres. La longueur du corps est en moyenne de 1 mm.

d) Coccidencyrtus dissimilis TSH. (fig. 14)

La femelle adulte est de couleur typiquement noirâtre avec un corps de 1 mm de long environ.

Les antennes présentent un funicule de 6 articles avec les deux derniers de couleur blanchâtre et une massue de 3 articles subégaux de couleur sombre, comme les 4 premiers du funicule.

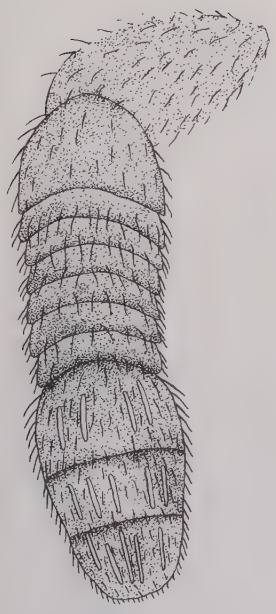
Les antennes du mâle comportent un funicule de 6 articles, plus longs que larges, chacun étant garnis de fortes soies, et une massue allongée constituée d'un seul article.

Les ailes sont dépourvues de taches caractéristiques et sont typiques de celles des Encyrtidae.

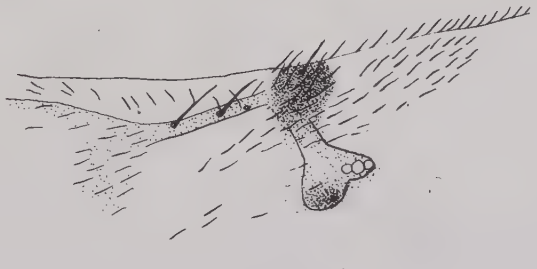
Afin d'être capable de les distinguer les unes des autres à l'avenir, nous avons établi la clé dichotomique de détermination ci-après :

.../...

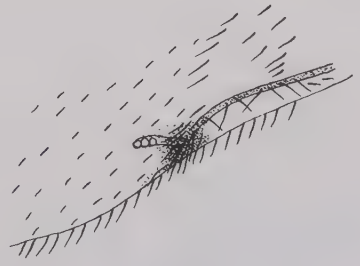
Figure 13 : Comperiella bifasciata HOWARD
Femelle adulte, antennes et nervation alaire
(dessins originaux).



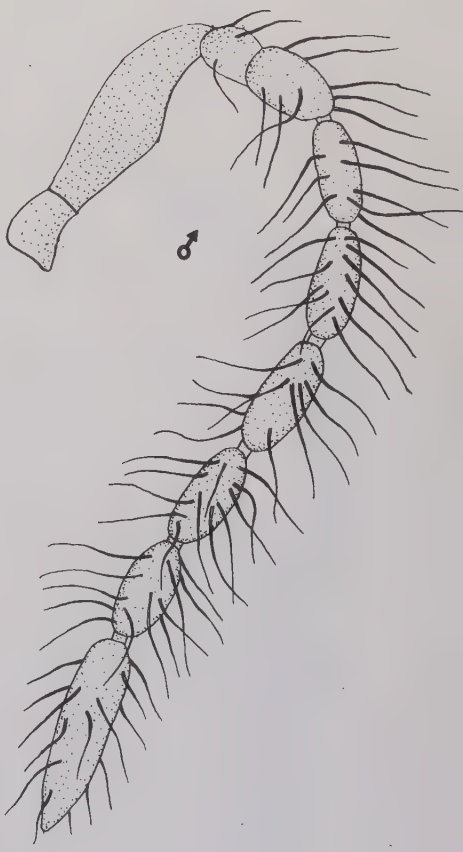
♀



♀



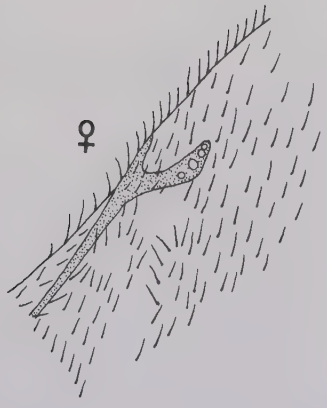
♂



♂

Figure 14 : Coccidencyrtus dissimilis TSHUMAKOVA
Femelle adulte, antennes mâle et femelle et nervation alaire (dessins originaux).

♀



♀

♂

e) Clé pratique de détermination des principaux chalcidiens parasites de Q. gigas en Grèce.

Clé des femelles :

1 - Corps foncé à reflets métalliques 2
. - Corps plus ou moins jaune ou brun foncé 3

2 - Corps noir. Antennes brun foncé avec une pilosité blanche, les deux derniers articles du funicule blancs. Pattes antérieures et postérieures noires avec la base et l'apex du tibia ainsi que le tarse jaunes, tibia médian jaune au milieu. Tête transverse, plus large que le thorax. Abdomen large, plus court que le thorax, oviscapte fortement saillant Tête et thorax avec une sculpture de points enfoncés. Pronotum court, mesonotum transverse, plus long que le scutellum, scutellum presque aussi long que large, pileux, avec 2 poils blancs plus longs à l'apex. Antennes et ailes normales. Longueur 1,1 - 1,2 mm .... Coccidencyrtus dissimilis TSCH. (fig. 14)

. - Corps noir nettement bleuté. Col du pronotum avec 2 bandes submédianes blanches. Mesonotum avec une bande longitudinale, médiane, étroite, presque opaque contrastant avec 2 bandes submédianes, longitudinales, larges, vert bleuté, brillantes. Tibias antérieurs et postérieurs jaunâtres à l'apex. Antennes aplaties, larges. Ailes avec 2 fascies divergentes foncées atteignant le bord de l'aile à l'apex. Longueur 1,20 - 1,50 mm ..... Comperiella bifasciata HOWARD (fig. 13)

3 - Corps brun foncé sauf le scutellum, jaune. Antennes jaune clair. Fémurs médians et postérieurs bruns au milieu, tibias plus ou moins foncés, le reste des pattes jaune clair. Massue antennaire avec chacun de ses trois articles à peu près aussi longs que l'ensemble du funicule. Nervure marginale épaisse, avec 5 - 6 cils sur son bord. Longueur 0,7 - 0,8 mm ..... Archenomus maritimus NIK. (fig. 11)

. - Tête et thorax jaunes sauf le pronotum et le propodeum brun foncé. Abdomen jaune avec la base et des taches latérales obscures. Massue aussi longue que funicule et pédicelle réunis. Antennes claires avec des cils noirs. Pattes foncées sauf les fémurs qui sont en partie jaunes. Scutellum avec 4 cils blancs. Aile légèrement obscurcie sous la nervure marginale. Longueur 0,5 - 0,6 mm ..... Hispaniella lauri MERCET (fig. 12).

.../...

B - Bibliographie

Les études relatives aux parasites de Q. gigas sont assez sommaires sauf celles consacrées à C. bifasciata. Cette espèce du fait de son intérêt dans la lutte biologique, a retenu l'attention.

a) Archenomus maritimus NIKOLSKAJA

Espèce parthénogénétique, polyphage, elle a été décrite pour la 1ère fois en Russie du Sud par NIKOLSKAJA (1952) qui la donne sous le nom de Pteroptrix maritimus comme parasite de Q. perniciosus. De son côté TSHUMAKOVA (1961) la signale à la fois sur le même hôte et sur l'espèce voisine Q. spurcatus SIGN.. Elle décrit à cette occasion le mâle de l'espèce et donne divers éléments morphologiques distinctifs des 2 sexes, notamment la représentation des antennes et des ailes. FERRIERE (1965) mentionne cette espèce à son tour comme parasite de Q. ostreae Philippia oleae COSTA et P. pentagona. Il l'a déterminée en outre de Lepidosaphes ulmi L. et de L. rubri sur du matériel en provenance d'Europe occidentale. Après lui, NIKOLSKAJA et JANOSH (1966) devaient compléter cette première liste d'hôtes en y ajoutant, d'après leurs observations personnelles et les références mentionnées, Q. gigas, Epidiaspis leperii SIGN. et Sphaerolecanium prunastri FONSC., cette dernière espèce ayant été déjà signalée comme hôte par ERDOS en 1958.

b) Hispaniella lauri MERCET.

Espèce parthénogénétique thélytoque, polyphage, elle a été décrite pour la première fois en Espagne par MERCET (1911) sur Aonidiella lauri BOUCHE. Depuis, elle a été retrouvée en Europe, en Slovaquie (HUBA, 1957), en Russie (TSHUMAKOVA, 1961), en Yougoslavie et en Afrique du Nord (FERRIERE, 1965) et la liste de ses hôtes mentionnés à cette date s'établissait ainsi : A. lauri, Fiorinia fioriniae TARG., Q. gigas, Q. pyri LICHT.. Depuis, NIKOLSKAJA et JANOSH (1966) ont complété cette liste en y ajoutant 10 espèces parmi lesquelles figurent notamment Q. ostreaeformis, L. ulmi, Parlatoria oleae COLVEE. De son côté STANEV l'a récolté sur Q. gigas en Bulgarie (1965), tandis qu'en Tchécoslovaquie, H. lauri a été élevé sur le Pou de San José (HUBA, 1957) et libéré en grand nombre en vue de son utilisation éventuelle comme méthode de lutte (FERRIERE, 1965).

c) Comperiella bifasciata HOW.

- La répartition géographique :

Espèce indigène du Bassin méditerranéen, polyphage, qui attaque plusieurs espèces de cochenilles, principalement parmi la famille des Diaspididae, elle a été décrite pour la première fois par HOWARD (1906). C. bifasciata possède une large distribution depuis l'Extrême Orient jusqu'en Espagne où il est signalé par MERCET (1921) sous le nom d'Habrolepistia ceraptocera. Depuis, il a été

.../...

retrouvé en Algérie (LAPORTE, 1949) en Ukraine, en Géorgie (TSHUMAKOVA, 1957) et BENASSY et BIANCHI (1974) l'ont étudié comme parasite d'Aonidiella aurantii MASK. dans le Sud-Est de la France. En dehors du Bassin méditerranéen, Comperiella est signalé également dans divers pays d'Asie, d'Océanie, d'Australie (Java, Chine, Japon, Inde, Ile Maurice et Afrique du Sud) (GAHAN, 1927 ; SILVESTRI, 1929 ; MOUTIA, 1934 ; GLOVER, 1935 ; FLANDERS, 1944 ; ANNECKE, 1962 ; TACHIKAWA, 1963 ; CILLIERS, 1971).

En outre, C. bifasciata a été introduit en Californie (SMITH, 1923) en vue de combattre A. aurantii et A. citrina COQ. ; c'est à partir de cette dernière région qu'il a été multiplié et distribué un peu partout dans le monde.

- Les principaux caractères biologiques :

C. bifasciata présente des populations biologiquement différentes à travers le monde, les unes à parthénogénèse thélytoque, les autres à parthénogénèse arrhénotoque. Les premières n'ont pas de mâle et peuvent se reproduire indéfiniment par thélytoquie. Par ailleurs, ce Chalcidien présente des différences dans le spectre de ses hôtes, suivant les régions du globe. Le problème des races, très important pour l'utilisation pratique en lutte biologique, sera évoqué page 46.

La vitesse de développement endoparasitaire de C. bifasciata est liée à celle de son hôte, tout au moins quand il attaque A. aurantii (FLANDERS, 1944). D'autre part, chez cette Cochenille-hôte, le parasite n'est capable de se développer dans les individus mâles que s'ils sont attaqués au premier stade larvaire ; par contre, les individus femelles, quel que soit leur stade permettent le développement du parasite. Toutefois, d'après le même auteur, le développement est le plus rapide sur 2ème stade larvaire (21 jours à 27° C). CILLIERS (1971) obtient les meilleures conditions de multiplication de C. bifasciata avec Chrysomphalus aonidum L. comme insecte-hôte, avec une souche bisexuée originaire du Natal. D'après FLANDERS (1943), le taux de multiplication maximum est obtenu si le parasite dispose des stades âgés d'A. aurantii. Cependant, la préférence de la femelle du Chalcidien est pour les jeunes stades de la Cochenille, avec comme conséquence une multiplication plus faible par suite d'élimination des individus surnuméraires. Autrement dit, le superparasitisme n'apparaît pas avec les stades âgés alors qu'il apparaît avec les jeunes stades. De plus, la vie endoparasitaire est plus courte dans les stades âgés que dans les jeunes stades d'A. aurantii.

.../...

Etant donné la large gamme d'hôtes de C. bifasciata, il est particulièrement intéressant de connaître sa compétitivité dans les biocénoses de diverses Diaspines des plantes arbustives (Agrumes, Conifères, Palmiers, etc...). Comme dans le cas du réseau trophique de Q. gigas sur Peuplier en Macédoine, C. bifasciata cohabite facilement dans une niche écologique voisine d'un ou de plusieurs autres Chalcidiens, à l'inverse de certaines autres espèces qui n'arrivent pas à se maintenir quand une biocénose évolue par suite de modifications du milieu. C'est ainsi que DE BACH et SUNDBY (1963) observent le même niveau d'activité de C. bifasciata aux dépens d'A. aurantii sur Agrumes californiens, avant et longtemps après introduction d'Aphytis exotiques (A. melinus, A. lingnanensis). Alors que Prospaltella perniciosi TOW. occupant une niche écologique presque identique à celle de C. bifasciata est éliminée par les Aphytis, C. bifasciata n'est pas déplacé par les deux Chalcidiens acclimatés.

TACHIKAWA (1963) donne la liste de tous les hôtes de C. bifasciata dans les divers groupes, sans toutefois préciser s'il s'agit de races parthénogénétiques ou bisexuées :

Au Japon :	Aonidiella aurantii MASKELL
	Aonidiella taxus LEONARDI
	Aspidiotus cryptomeriae KUWANA
	Aspidiotus destructor SIGNORET
	Chrysomphalus bifasciculatus FERRIS
En Chine :	Aonidiella aurantii MASKELL
	Chrysomphalus dictyospermi MORGAN
	Chrysomphalus ficus ASHMEAD
A Formose :	Chrysomphalus ficus ASHMEAD
Aux Indes :	Aspidiotus orientalis NEWSTEAD
	Chrysomphalus sp.
U.R.S.S. :	Nuculaspis (Aspidiotus) abietis SCHRANK
	Quadraspidiotus gigas THIEM et GERNECK
HAWAII :	Aspidiotus sp.
	Hemiberlesia rapax COMSTOCK (=Aspidiotus camelliae SIGNORET)
U.S.A. :	Aonidiella aurantii MASKELL
	Aonidiella citrina COQUILLETT
	Chrysomphalus bifasciculatus FERRIS
	Chrysomphalus ficus ASHMEAD

.../...

Java : Chrysomphalus ficus pallens GREEN.

Fidji : Aspidiotus destructor SIGNORET

S. Afrique : Chrysomphalus ficus ASHMEAD

Mauritanie : Chrysomphalus ficus ASHMEAD.

Il convient d'ajouter en Grèce : Q. gigas. Cette grande diversité explique les nombreuses utilisations du Chalcidien dans la mise au point de méthodes de lutte biologique.

Toutefois, si les descriptions que donnent les auteurs sont identiques, C. bifasciata a néanmoins été signalé comme parasite d'un très grand nombre d'espèces de Diaspines. La spécificité stricte, qu'il manifeste pourtant dans certains cas, a conduit les systématiciens à parler de races biologiques.

- Le problème des races

L'existence de telles races a été mise en évidence après la constatation que des spécimens de cette espèce récoltés sur A. taxus LEON au Japon n'ont pas pu se développer en Californie sur A. aurantii (SMITH, 1923). Par contre, dans cette même région, des spécimens importés de Chine se sont bien établis à la fois sur A. aurantii et sur A. citrina.

En U.R.S.S., TSHUMAKOVA (1957) signale une race sur Q. gigas et sur Nuculaspis abietis SCHN. ; C. bifasciata attaque également A. eromocitri MCK., A. orientalis NEWST. en Inde, C. dictyospermi MORG. en Chine et C. bifasciculatus au Japon et aux U.S.A.. Les observations de FLANDERS (1966) montrent que la race de Chine qui normalement se développe sur A. aurantii, n'attaque pas cette Diaspine quand celle-ci a l'avocatier comme hôte. D'autre part SMITH (1957), signale que la ponte de C. bifasciata est retardée quand son hôte se développe sur Cycas revoluta L..

Des croisements ont été essayés avec succès en utilisant réciproquement des mâles et des femelles des deux races ; les descendants ont pu se développer sur le Pou de Californie avec cependant une fécondité relativement limitée dans le cas où la femelle provient de A. taxus. D'autre part, une race d'Afrique du Sud établie d'après des exemplaires récoltés sur C. ficus ASHMEAD refusait de pondre sur A. aurantii, alors que la race importée de Chine n'a pas pu se développer sur C. ficus (ANNECKE, 1962) ; dans ce cas, le croisement était également possible entre ces deux races.

.../...

Le climat joue également un rôle primordial dans la distribution des races. C'est ainsi que les races du Japon, du Bassin méditerranéen, d'Afrique du Sud sont adaptées à des climats maritimes de côtes (TSHUMAKOVA, 1957), alors que la race de Chine est adaptée aux conditions des zones continentales d'intérieurs (DE BACH, 1965) .

C. bifasciata comprend donc différentes races dont l'existence est le résultat d'une large distribution géographique, ainsi que d'une adaptation à des hôtes différents ou à un hôte se développant sur une plante bien déterminée. En raison de ces trois causes, il est possible qu'il y ait d'autres races existantes, mais non encore signalées.

d) Coccidencyrtus dissimilis TSHUMAKOVA

Espèce parthénogénétique arrhénotoque, polyphage, elle a été décrite pour la première fois comme espèce nouvelle par TSHUMAKOVA (1961), Cet auteur donne également une description sommaire des ovaires et des oeufs ovariens et précise la période du vol imaginal.

Après elle, NIKOLSKAJA (1963) a noté que le genre Coccidencyrtus a une vaste répartition géographique : Europe, Asie, Afrique, Amérique du Nord et Australie.

En Europe notamment STANEV (1972) l'a récolté depuis comme parasite de Q. gigas en Bulgarie sans s'attacher à préciser davantage sa biologie qui jusqu'à présent demeurait inconnue.

2. ETUDE DE LA REPARTITION DES DIFFERENTES ESPECES PARASITES

L'importance du complexe parasitaire évoluant aux dépens de Q. gigas, mise en évidence dès les premières observations, conditionne les différentes études qui peuvent être réalisées en vue d'une meilleure connaissance des divers parasites le constituant. C'est ainsi que selon le but recherché les méthodes diffèrent.

A - Méthodes d'étude

Pour connaître la répartition dans l'espace, comme dans le temps des différentes espèces parasites, la mise en éclosoirs périodique est suffisante. Elle doit s'accompagner, par contre, d'un piégeage des adultes dès l'éclosion, si l'on veut en plus déterminer exactement les périodes de présence des parasites en cours de saison. Enfin, ces premières précisions demandent à être complétées par des observations régulières sur les intéractions hôtes-parasites, si l'on

.../...

veut estimer l'intérêt pratique des différentes espèces entomophages dans la dynamique des populations de Q. gigas.

Comme c'est là l'objet de notre étude présente, nous avons pris en considération successivement ces 3 méthodes complémentaires :

a) La mise en éclosoir

Cette méthode consiste à placer en éclosoirs conservés au laboratoire les échantillons récoltés tous les 10 à 15 jours.

L'éclosoir que nous avons utilisé consiste en une simple boîte circulaire en plastique de 10,5 cm de diamètre, fermée par une mousseline fine.

Les échantillons prélevés à un même niveau sont groupés dans un seul éclosoir. Ils sont examinés chaque semaine durant un mois environ.

Le dessèchement des rameaux ne tarde pas à se produire, ce qui entraîne la mort des cochenilles ; c'est pourquoi, les parasites qui sont à l'intérieur de leur hôte n'arriveront pas tous au stade imaginal. Seuls, y parviendront ceux qui ont déjà atteint le stade larve mûre ou nymphal ; dans ce cas, ils écloront normalement. D'autres au dernier stade larvaire immature, mais en fin de période alimentaire, sont susceptibles d'accélérer leur développement sous l'effet d'une raréfaction des éléments nutritifs de leur hôte et de son dessèchement progressif. Les parasites arriveront à franchir leur dernière mue larvaire et à évoluer ensuite jusqu'à l'imago. Par contre, les oeufs et les jeunes larves endoparasites n'atteindront pas le stade de la maturité avant le dessèchement complet du corps de leur hôte ; ils seront ainsi éliminés par suite de leur mort prématurée. En conséquence, la méthode des éclosoirs ne donne des résultats satisfaisants que si l'on a soin de l'appliquer durant au moins toute une année, afin d'être certain de recueillir tous les parasites existants, ce qu'un sondage isolé ne permet pas toujours d'affirmer du fait de l'influence primordiale du dessèchement de la plante-hôte sur l'évolution ultérieure des parasites.

Les résultats obtenus ainsi donnent la liste des espèces constituant la biocénose de Q. gigas, et pour chacune d'entre elles, leur importance numérique ainsi que leur répartition dans l'espace et dans le temps.

Ce procédé facilite également l'établissement d'une ébauche du cycle évolutif des divers parasites, quant au nombre de générations qui se succèdent annuellement. Elle ne permet pas pour autant une estimation exacte des dates

d'apparition des adultes, sauf peut-être en période estivale où les conditions réalisées dans les éclosoirs sont proches de celles observées dans les plantations.

b) Méthode de piégeage par panneaux englués

Cette méthode consiste à utiliser des plaques de plastique peintes en vert de 8 x 15 cm , recouvertes de glu sur une seule face. Ces panneaux sont suspendus dans les arbres de telle sorte qu'ils puissent s'orienter librement selon la direction du vent.

Ils sont remplacés tous les 10 à 15 jours en moyenne à partir du 10 mars, date de leur pose, jusqu'en novembre, période qui correspond à l'activité normale des parasites adultes. Le tri des parasites englués parmi le grand nombre d'arthropodes de toute sorte, également récoltés par ce même procédé, s'effectue à la loupe binoculaire. L'utilisation de cette méthode permet de récolter les adultes à une faible distance seulement au niveau de l'arbre étudié.

B - Résultats obtenus

Chaque année et pour chacune des espèces, nous donnerons l'importance numérique des ennemis naturels de Q. gigas récoltés au cours des trois années d'observations dans les deux régions considérés.

Nous avons défini les saisons du 1er décembre au 28 février pour l'hiver, du 1er mars au 31 mai, pour le printemps, du 1er juin au 31 août pour l'été et du 1er septembre au 30 novembre pour l'automne.

Les échantillons mis chaque fois en éclosoirs possèdent un volume comparable. Le nombre d'individus éclos, compte-tenu des restrictions apportées antérieurement à l'utilisation de cette méthode, reflète donc le nombre d'insectes effectivement prélevés à l'extérieur dans les plantations de peupliers.

L'ensemble des résultats obtenus au cours des 3 années d'études est consigné dans le tableau n° 6 où nous avons groupé les adultes de parasites éclos en fonction des saisons et des 2 localités d'observations en distinguant chaque fois les sexes. C'est ainsi qu'A. maritimus, C. bifasciata et C. dissimilis sont

.../...

TABLEAU n° 6

Nombre de parasites de Q. gigas obtenus en éclosoirs au cours des différentes saisons durant les années 1971 - 1972 - 1973.

		APHELINIDAE						ENCYRTIDAE									
		A. maritimus				H. lauri		C. bifasciata				C. dissimilis				Total	
BIOTOPES		I		II		I	II	I		II		I		II		I	II
	ANNEES	♀	♂	♀	♂	♀	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂		
HIVER	1971	241	111	225	103	437	408	71	36	72	29	56	35	73	39	987	949
		352		328				107		101		91		112			
	1972	237	104	232	97	429	401	68	35	60	38	55	32	63	44	960	935
		341		329				103		98		87		107			
	1973	228	120	219	112	443	411	83	29	76	28	65	29	84	32	997	962
		348		331				112		104		94		116			
PRINTEMPS	1971	669	405	686	321	1714	1687	171	133	112	73	121	71	144	60	3286	3083
		1074		1007				304		185		192		204			
	1972	734	326	689	313	1708	1681	181	120	113	67	115	74	136	57	3258	3056
		1060		1002				301		180		189		193			
	1973	763	304	736	283	1722	1673	174	140	116	77	121	80	148	73	3304	3106
		1067		1019				314		193		201		221			
ETE	1971	1103	802	1097	719	571	506	327	384	59	103	68	91	89	92	3348	2665
		1907		1816				711		162		159		181			
	1972	1182	704	1153	671	562	498	330	379	61	97	65	87	73	98	3320	2651
		1886		1824				709		158		152		171			
	1973	1114	807	1133	687	583	518	326	395	81	88	74	89	94	104	3398	2705
		1921		1820				721		169		163		198			
AUTOMNE	1971	516	203	495	180	261	249	171	131	92	44	88	60	94	58	1420	1212
		719		675				302		136		148		152			
	1972	621	184	511	169	255	242	165	135	81	52	89	55	84	61	1404	1200
		705		680				300		133		144		145			
	1973	654	175	498	172	271	254	190	122	81	60	92	62	100	71	1466	1235
		729		670				312		141		154		171			

normalement bisexués, tandis que l'espèce H. lauri est toujours unisexuée à parthénogénèse thélythoque dans les conditions de la Macédoine Centrale.

a) Par éclosoirs

- dans l'espace ;

Si l'on s'intéresse à l'aspect global des parasites éclos en cours d'année, il apparaît que la localité de MONOSPITA (localité I) héberge d'une façon générale un nombre supérieur à celui normalement récolté dans la localité II (FILIPPI), la différence étant de 1 000 à 1 100 individus (tab. 7 A).

Dans chacune d'elles, A. maritimus est l'espèce la plus nombreuse ; son importance numérique par rapport à l'ensemble des parasites éclos représente quelle que soit l'année ou la localité, de 45 à 48 p.100 (tab. 7 B).

.../...

TABLEAU n° 7

Importance numérique des différents parasites de Q. gigas, en fonction des années et des 2 biotopes - A : chiffres bruts - B : pourcentage.
Pourcentage de parasites de Q. gigas obtenus des échantillons en éclosoir au cours des différentes saisons de 1971 à 1973.

A

ANNEES	1971		1972		1973	
BIOTOPES	I	II	I	II	I	II
A. maritimus	4052	3826	3992	3835	4065	3840
H. lauri	2983	2850	2954	2822	3019	2856
C. bifasciata	1424	584	1413	569	1459	607
C. dissimilis	590	649	572	616	612	706
Σ	9049	7909	8931	7842	9155	8009

B

A. maritimus	44,77	48,37	44,69	48,90	44,40	47,94
H. lauri	32,96	36,03	33,07	35,98	32,97	35,65
C. bifasciata	15,73	7,38	15,82	7,25	15,93	7,57
C. dissimilis	6,52	8,20	6,40	7,85	6,68	8,81

Σ = Total.

Elle est suivie par H. lauri qui, dans les mêmes conditions représente de 33 à 36 p.100 des parasites présents. Le cas de C. bifasciata est quelque peu différent, son importance varie en fonction de la localité d'observation ; elle est 2 fois plus nombreuse dans la région de MONOSPITA que dans celle de FILIPPI. Quant à C. dissimilis, son importance reste limitée dans tous les cas ; elle ne dépasse pas 10 p.100 (tab. n° 7 B).

Ces observations permettent déjà un premier classement des espèces parasites de Q. gigas.

Si l'on en juge par leur importance numérique, les Aphelinides, avec les espèces A. maritimus et H. lauri, qui constituent à elles deux de 75 à 85 p.100 des parasites récoltés seraient d'un intérêt primordial dans la régulation des populations de la Cochenille, car ce sont les parasites dominants. Comparativement, les Encyrtides avec les 2 espèces, C. bifasciata et C. dissimilis, dont l'importance numérique ne dépasse pas à elles deux 15 à 25 p.100 serait d'un intérêt limité.

- dans le temps :

D'après le tableau n° 7 bis, on voit que quel que soit le biotope, l'espèce dominante en hiver est H. lauri, il en est de même au printemps. Elle constitue, en effet, à cette saison à MONOSPITA, comme à FILIPPI, avec de 50 à 55 p.100 des parasites éclos, la moitié environ des Chalcidiens récoltés. En hiver,

.../...

TABLEAU n° 7 bis

Importance numérique saisonnière exprimée en p.100 des adultes de parasites de Q. gigas obtenus en éclosoirs au cours des années 1971 à 1973.

		APHELINIDAE				ENCYRTIDAE			
		A. maritimus		H. lauri		C. bifasciata		C. dissimilis	
BIOTOPES		I	II	I	II	I	II	I	II
HIVER	71	35,66	34,56	44,27	42,99	10,84	10,64	9,21	11,80
	72	35,52	35,18	44,68	42,88	10,72	10,48	9,06	11,44
	73	34,90	34,40	44,43	42,72	11,23	10,81	9,42	12,05
PRINTEMPS	71	32,68	32,66	52,16	54,71	9,25	5,62	5,84	6,61
	72	32,53	32,78	52,42	55,00	9,23	5,52	5,80	6,31
	73	32,29	32,80	52,11	53,86	9,50	5,84	6,08	7,11
ETE	71	56,95	68,14	17,05	18,98	21,23	6,07	4,74	6,79
	72	56,80	68,80	16,92	18,78	21,35	5,96	4,57	6,45
	73	56,53	67,28	17,15	19,14	21,21	6,24	4,79	7,31
AUTOMNE	71	50,63	55,69	18,38	20,54	21,26	10,39	10,42	12,54
	72	50,21	56,66	18,16	20,16	21,36	9,47	10,25	12,08
	73	49,72	54,25	18,48	20,56	21,28	9,61	10,50	13,84

l'importance d'H. lauri est un peu inférieure avec des chiffres oscillant entre 40 et 45 p.100 des individus inventoriés. En été et à l'automne par contre, A. maritimus est la plus importante numériquement. Elle représente dans tous les cas plus de la moitié des Chalcidiens recueillis durant le 2ème semestre de l'année, et, comparativement elle accuse dans les conditions de la région de FILIPPI, une tendance nette surtout en été à se montrer plus abondante que dans la région de MONOSPITA.

Durant le même temps, l'espèce H. lauri quoique encore présente ne constitue qu'un élément secondaire parmi les parasites récoltés, Son importance avec des chiffres s'établissant aux environs de 16 à 20 p.100 n'est plus à cette époque que le tiers de ce qu'elle était durant le 1er semestre.

Chez les Encyrtides, présents également tout au long de l'année, l'importance numérique des individus récoltés, subit également des variations saisonnières qui se retrouvent identiques chaque année et dans les 2 localités, bien que C. bifasciata soit plus abondant dans la région de MONOSPITA. Dans cette localité particulièrement il supplante H. lauri durant tout le 2ème semestre de l'année et constitue dans l'ordre d'importance le 2ème parasite du complexe de Q. gigas. Par contre, dans la région de FILIPPI il se maintient à un plus faible niveau, comparable à celui de C. dissimilis, dont les périodes de relative abondance se situent en automne et en hiver sans dépasser toutefois 10 à 15 p.100 au maximum des individus récoltés.

.../...

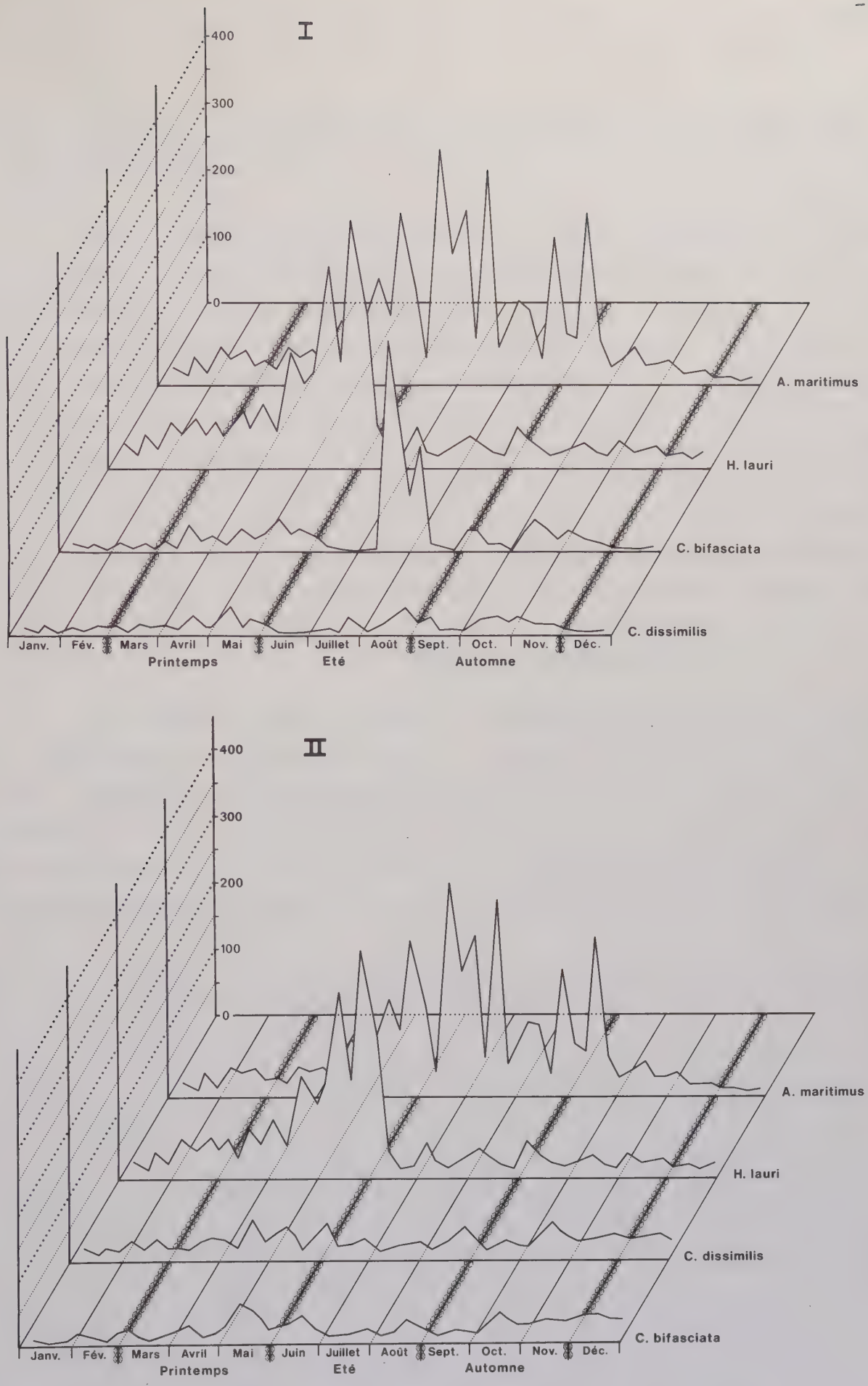


Fig. 15 : Répartition saisonnière des différents parasites de Q. gigas THIEM et GERNECK, obtenue d'après les insectes récoltés au cours de l'année 1972 par la méthode des éclosoirs : I, Monospita ; II, Filippi.

L'ensemble de ces données est représenté fig. 15 pour l'année 1972 et dans les 2 biotopes.

Il est intéressant de souligner ici la grande uniformité caractérisant les variations annuelles de l'importance numérique de chaque parasite dans une localité déterminée. Ce phénomène traduit une stabilité remarquable de la part des différents éléments constituant la biocénose de Q. gigas. Tout en donnant un premier aperçu des périodes d'abondance des parasites, cette méthode est cependant insuffisante pour permettre une interprétation satisfaisante du cycle évolutif des différents parasites. C'est pourquoi, conscient des limites de son utilisation, nous avons fait appel au piégeage des adultes à l'éclosion afin de préciser les périodes de présence maximale des différents parasites avant que les dissections des divers stades de Q. gigas pratiquées périodiquement en cours d'année nous renseignent exactement sur la présence des générations successives de chaque parasite.

- Répartition des mâles (tab. 8)

Au cours de l'été, les mâles ont tendance à augmenter dans les populations d'A. maritimus, mais on peut dire qu'il y a toujours une forte proportion de mâles chez C. bifasciata et C. dissimilis au cours de cette saison. Cette dominance est constante tous les ans (1971-1972-1973) quel que soit le biotope et dénote un caractère fondamental de chaque espèce, les Encyrtidae étant plus sensibles que l'Aphelinidae aux conditions chaudes et relativement sèches. Si l'on en revient au

TABLEAU n° 8

Proportion en p.100 des adultes mâles récoltés en éclosoirs au cours des différentes saisons de 1971 à 1973.

		APHELINIDAE		ENCYRTIDAE			
		A. maritimus		C. bifasciata		C. dissimilis	
BIOTOPES		I	II	I	II	I	II
	ANNEES	♂	♂	♂	♂	♂	♂
HIVER	1971	31,53	31,40	33,64	28,71	38,46	34,82
	1972	30,49	29,48	33,98	38,77	36,78	41,12
	1973	34,48	33,83	25,89	26,92	30,85	27,58
PRINTEMPS	1971	37,70	30,78	43,75	39,45	36,97	29,41
	1972	30,75	31,23	39,86	37,22	39,15	29,53
	1973	26,49	27,77	44,58	39,89	39,80	33,03
ETE	1971	42,05	39,58	54,00	63,58	57,23	50,82
	1972	37,32	36,78	53,45	61,39	57,23	57,30
	1973	42,25	37,74	54,78	52,07	54,60	52,52
AUTOMNE	1971	28,23	26,66	43,37	32,35	40,54	38,15
	1972	26,09	24,85	45,00	39,09	38,19	42,06
	1973	24,00	25,67	39,10	42,55	40,25	41,52

nombre total d'individus récoltés, on peut voir que l'espèce A. maritimus est la plus nombreuse, fait qui est à rapprocher du sex-ratio favorable aux femelles chez cette espèce. Comme l'importance des femelles par rapport aux mâles constitue un des facteurs essentiels favorables à un taux de multiplication élevé ; on peut y voir en première analyse la preuve que l'Aphelinidae est plus actif que les deux Encyrtides.

b) Par piégeage

Les panneaux englués furent placés chaque année durant 3 ans (1971-1973) exactement sur les mêmes arbres suivant les quatre orientations et dans les deux biotopes I (MONOSPITA) et II (FILIPPI) depuis le 10 mars jusqu'à la fin du mois de novembre. La mise en place de ces panneaux aux 4 points cardinaux répondait au désir d'avoir une représentation aussi précise que possible des faits se produisant au niveau des arbres, en capturant le maximum d'individus, ce qui aurait pu ne pas être le cas, si l'on avait placé au hasard un seul panneau dans les arbres. Dans l'analyse des résultats, nous n'avons pas essayé de rechercher des différences possibles dans l'abondance des captures en fonction des expositions un trop grand nombre de facteurs variés pouvant intervenir pour les modifier.

Les captures sont résumées dans le tableau n° 9.

TABLEAU n° 9

Importance numérique de captures effectuées avec panneaux englués pour les quatre parasites en fonction des saisons et des expositions.

		APHELINIDAE																ENCYRTIDAE													
		A. maritimus								H. lauri								C. bifasciata								C. dissimilis					
	BIOTOPES	I				II				I				II				I				II				I				II	
	EXPOSITION	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O
1971	P	148	201	98	105	90	84	102	96	227	185	272	177	115	120	204	169	27	62	84	29	21	52	34	56	12	2	27	8	12	32	21	39
		642				372				361				608				202				163				49				104			
	E	137	170	208	172	103	122	193	101	158	38	67	51	21	42	55	31	67	40	82	64	52	23	48	61	13	20	36	6	21	13	15	12
		687				679				214				149				253				184				75				61			
	A	44	37	49	72	37	20	29	41	33	15	35	22	37	10	17	21	14	19	51	31	24	28	9	14	18	29	14	21	7	12	22	5
		202				127				105				82				115				75				82				46			
1972	P	175	178	203	155	204	33	49	142	319	230	335	145	210	307	107	201	27	99	42	66	47	29	36	72	15	31	27	51	26	41	19	32
		611				428				1049				812				244				184				124				118			
	E	204	63	298	137	211	147	260	194	55	150	39	18	25	42	42	76	102	64	91	35	67	21	82	38	38	72	11	86	53	57	38	71
		702				812				262				207				292				208				207				219			
	A	68	39	85	27	48	21	51	34	35	22	14	31	13	20	34	22	29	3	72	13	16	35	22	34	26	19	54	27	27	65	4	96
		219				154				102				89				122				107				126				192			
1973	P	67	37	42	58	56	76	39	71	42	85	120	121	92	27	71	53	29	44	7	42	16	22	23	4	6	12	7	20	31	18	12	33
		204				242				368				243				112				67				45				94			
	E	214	175	254	272	125	84	147	100	101	72	124	48	16	36	23	27	39	12	28	19	4	10	20	15	24	12	34	9	13	21	42	32
		915				456				345				102				98				49				79				108			
	A	39	68	37	85	37	22	36	12	58	7	42	19	75	32	68	26	7	19	14	22	12	2	19	4	11	29	19	29	2	1	7	2
		229				107				126				201				62				37				88				12			

P = printemps
E = été
A = automne

N = nord
S = sud
E = est
O = ouest

Ce sont donc les résultats obtenus à l'échelle d'un arbre que nous avons représentés fig. 16 pour l'année 1972, dans le biotope 1, en vue de connaître le cycle évolutif des divers parasites.

.../...

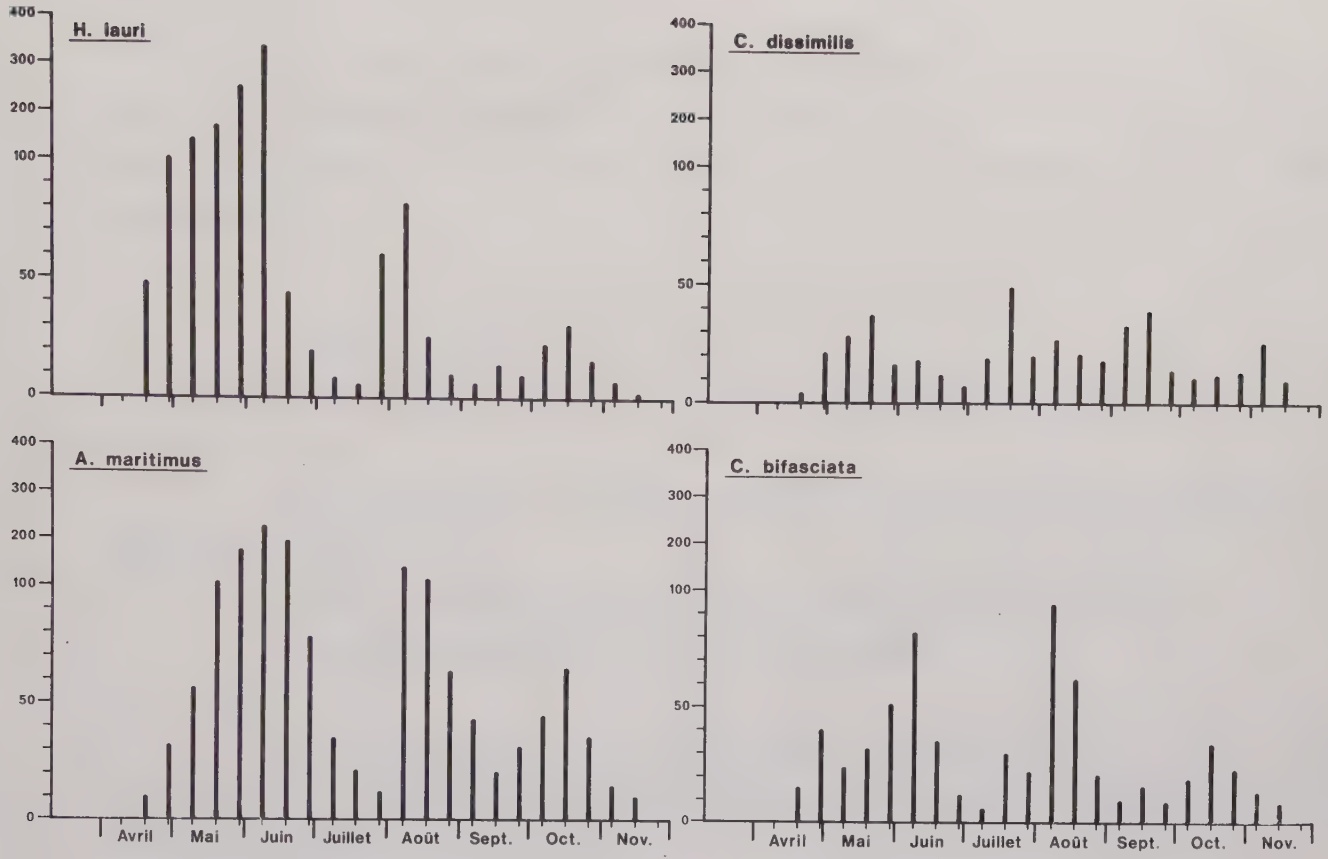


Fig. 16 : Importance numérique des différents parasites de Q. gigas THIEM et GERNECK déterminé au moyen de la méthode des panneaux englués (Monospita, 1972).

Enfin d'une année sur l'autre, les variations du total des captures de chaque espèce sont telles que le maximum de parasitisme apparaît en 1972 par rapport à 1971 et 1973. Cette année 1972 a été plus chaude que les deux autres. Toutefois, pour une même année, il n'y a pas de différence d'un biotope à l'autre dans l'intensité du parasitisme.

Par contre, les histogrammes de chaque espèce montrent clairement une distribution annuelle spécifique. On reconnaît là une qualité essentielle de la méthode de piégeage, moyen simple, rapide et précis de dénombrement des générations annuelles.

Ainsi, à MONOSPITA comme à FILIPPI, on observe :
- 3 vols imaginaux par an pour A. maritimus, H. lauri et C. bifasciata ;
- 4 vols imaginaux par an pour C. dissimilis.

Les deux premiers parasites présentent à des dates identiques deux importantes générations :
- l'une printanière (mai - juin), l'autre estivale (août)
  et une notamment plus faible en octobre.

Pour C. bifasciata, il y a une sortie printanière assez étalée débutant fin avril pour arriver à un maximum fin mai, début juin, un maximum estival (début août) et un automnal (mi-octobre).

Les vols de C. dissimilis sont légèrement plus précoces que ceux de C. bifasciata : le sommet du 1er vol est atteint vers la mi-mai, le 2ème à la mi-juillet, le 3ème à la mi-septembre et le 4ème à la fin du mois d'octobre.

Si l'on compare les résultats obtenus par piégeage à ceux recueillis par éclosoirs, on observe une bonne coïncidence entre les 3 générations de C. bifasciata et les 4 générations de C. dissimilis, mais avec une tendance à l'étalement des sorties dans le temps, quand on utilise la méthode des éclosoirs. Pour les générations de faibles amplitudes numériques, la méthode des éclosoirs tend par conséquent à minimiser les phénomènes. Pour les fortes amplitudes des vols d'A. maritimus et H. lauri, la conséquence de cet étalement est une fusion des maxima printaniers et estivaux, ce qui laisserait croire qu'il s'agit d'une même génération continue de plusieurs mois. Ainsi, des endoparasites placés en éclosoirs, au laboratoire, ne sortiront pas obligatoirement avec des variations progressives ou brutales liées aux aléas climatiques naturels. En fait, l'expérience montre que, pour préciser le nombre de générations des parasites coccidiphages, la méthode des

.../...

panneaux englués est préférable à celle des éclosoirs. L'une et l'autre donnent les éclosions cumulées de plusieurs jours (10 - 15 jours).

Pour avoir des résultats plus complets, des dissections à intervalle de 10 à 15 jours donneraient alors les fréquences d'éclosions à partir des stades de parasitisme dénombrés (en estimant les temps de développement de l'oeuf à l'adulte ou d'un stade larvaire ou nymphal donné à l'adulte) et des données de température. Le troisième travail ne pouvait être fait qu'après une étude de laboratoire précisant le nombre de jours nécessaires à la vie endoparasitaire. Faute d'avoir pu effectuer des études poussées, nous pouvons cependant faire un rapprochement entre les résultats de piégeage et ceux des dissections. Si on se refère aux fréquences de capture données par les histogrammes et si on additionne l'importance numérique des quatre entomophages pour chaque date de relevé des pièges, on a un élément de comparaison avec la figure 22, laquelle représente les variations de l'importance du parasitisme total au cours de l'année. On observe un endoparasitisme maximum en automne et, si on se souvient du nombre supérieur de A. maritimus et de H. lauri rencontrés chaque fois, on constate que ces endoparasites nombreux en automne donnent les importants vols printaniers enregistrés par piégeage.

3. ETUDE BIOLOGIQUE DES PRINCIPAUX PARASITES

A - Méthodes d'étude

a) Elevage des parasites

L'élevage des parasites ne présente pas de difficulté, si l'on a soin de proposer aux adultes de chaque espèce, Q. gigas au stade favorable à leur ponte. C'est le 2ème stade larvaire, indistinctement mâle ou femelle avec une préférence marquée pour ce dernier néanmoins, dans le cas des 3 espèces suivantes : A. maritimus, H. lauri et C. bifasciata. Cette dernière toutefois attaque également les jeunes femelles de Q. gigas, qui constituent avec les adultes de tout âge, l'hôte normal de C. dissimilis.

Les parasites obtenus en éclosoirs, une fois déterminés et triés par couple, sont introduits en cage d'élevage où l'on place au préalable un fruit de Cucurbita moschata contaminé par Q. gigas.

Du miel en fines gouttelettes disposées sur les parois de la cage procure aux parasites une alimentation suffisante pour les 24 heures durant lesquelles ils sont maintenus en cage. Passé ce délai, ils sont retirés à l'aide d'un aspirateur, afin d'avoir une ponte régulière et d'obtenir ainsi une population homogène de parasites. A la veille de leur éclosion groupée, par suite de leur ponte limitée

.../...

dans le temps, la courge est recouverte d'un cache noir dont l'une des parois peut recevoir un tube qui, fortement éclairé à son extrémité, sert à collecter les parasites dès leur apparition. En vue de les alimenter là encore, de fines gouttelettes de miel sont disposées sur les parois du tube.

b) Observation directe

Elle est en fait indissociable des dénombrements périodiques des populations de Q. gigas déjà mentionnés au sujet de la détermination du cycle évolutif de la Cochenille. Ceux-ci doivent cependant s'accompagner, pour l'étude exacte des entomophages, de la dissection complémentaire d'un certain nombre d'individus de tous stades de Q. gigas en vue de retrouver les stades post-embryonnaires des parasites endophages depuis l'oeuf jusqu'à la nymphe.

La présence de 4 espèces différentes pouvant intervenir chacune sur un même stade entraîne l'obligation d'une connaissance morphologique précise des divers stades de chaque parasite.

Or, ce sont toutes des espèces endophages, où la morphologie de l'hôte se modifie parallèlement à l'évolution des parasites. Les téguments se distendent, s'épaississent, deviennent durs et cassants, alors que la pigmentation s'assombrit progressivement.

D'une façon générale, cette modification témoin de la présence d'un endophage chez l'hôte commence à s'observer quand le parasite atteint le stade de larve moyennement évoluée. Dans la plupart des cas, cet aspect est spécifique du parasite présent.

C'est pourquoi, nous avons complété l'étude morphologique des stades post-embryonnaires de chaque entomophage par la description fidèle des divers stades hôtes parasités afin de pouvoir déterminer exactement les relations existant entre chaque parasite et son hôte. Dans ce but, nous avons établi page 64 , une clé de détermination.

.../...

B - Morphologie des stades post-embryonnaires des parasites et aspect des hôtes parasités.

a) Morphologie des stades post-embryonnaires de chacune des espèces :

Pour chacune des 4 espèces endophages rencontrées, nous donnons les principales caractéristiques,des différents stades depuis l'oeuf ovarien jusqu'à la nymphe, suivies d'un tableau récapitulatif (tab. 10) destiné à souligner les différences les plus nettes.

1. Archenomus maritimus NLK. (fig. 17A)

L'oeuf de A. maritimus du type hyménoptériforme, légèrement réniforme, mesure 0,15 mm de long et 0,04 mm de large ; il est de coloration blanchâtre.

Les jeunes larves se caractérisent par la présence de 12 segments visibles avec une tête relativement grande ; elles sont munies d'une queue allongée et ornées d'épines légèrement chitinées. Elles appartiennent donc au type caudé.

Les vieilles larves sont caractérisées par la présence de 9 paires de stigmates respiratoires et de 12 segments visibles ; elles sont relativement plus courtes que les larves d'Encyrtidae ; elles sont grosses, de couleur blanchâtre et légèrement arquées.

La nymphe est de coloration jaunâtre sauf le thorax qui avec les antennes et les appendices sont de couleur brun foncé.

2. Hispaniella lauri MERCET (fig. 17B)

L'oeuf d'H. lauri est du type hyménoptériforme avec toutefois la partie antérieure légèrement allongée pour former un petit pédoncule mesurant 0,14 mm de long et 0,035 mm de large en moyenne.

La jeune larve se caractérise par la présence de 12 segments visibles ; elle est de forme arrondie avec l'extrémité antérieure étroite et effilée ; elle diffère de la jeune larve d'A. maritimus par le fait que le corps ne se termine pas par une queue allongée.

Les vieilles larves sont caractérisées par la présence de 9 paires de stigmates respiratoires et de 12 segments visibles ; le corps est de forme allongée globuleux et légèrement arqué.

La nymphe est de couleur jaune clair avec les yeux rouges alors que le thorax, les antennes et les appendices sont de couleur brun foncé.

3. Compariella bifasciata HOWARD (fig. 17C)

L'oeuf de C. bifasciata est du type encyrtiforme ; il mesure en moyenne 0,24 mm de long et 0,12 mm d'épaisseur. L'oeuf ovarien comporte deux corps reliés par un pédoncule.

Les jeunes stades larvaires sont du type hyménoptériforme (par opposition au type encyrtiforme). Elles se caractérisent par la présence de 12 segments visibles, ces jeunes stades n'ont pas de stigmates.

Les vieilles larves sont caractérisées par la présence de 9 paires de stigmates respiratoires.

La nymphe est noire avec des yeux rouges foncés avec une bande blanche sur le côté interne de chaque oeil.

4. Coccidencyrtus dissimilis TSHUMAKOVA (fig. 17D)

L'oeuf de C. dissimilis est du type encyrtiforme. L'oeuf ovarien comporte deux corps reliés par un pédoncule en forme d'haltère, alors que l'oeuf extra-ovarien est formé d'une masse prolongée par un fin pédoncule assez long. Il mesure 0,15 mm de long et 0,05 mm de large.

Les jeunes stades sont caractérisés par la présence de 12 segments visibles. La larve en cours d'alimentation est relativement grosse, blanchâtre, de forme recourbée, avec son extrémité abdominale noire, constituée par le reste du chorion. Les stigmates larvaires fonctionnent à travers le tube respiratoire, dont l'extrémité débouche à l'extérieur.

Les vieilles larves sont caractérisées par la présence de 14 segments et de 9 paires de stigmates respiratoires. A la fin de la période d'alimentation la larve abandonne au préalable le chorion de l'oeuf et devient entièrement libre.

La nymphe est de couleur brun foncé. Sa taille est légèrement plus grande que celles décrites précédemment.

b) Aspect de l'hôte parasité

L'étude de celui-ci, comme dans les cas précédents, ne constitue pas un travail approfondi, mais permet néanmoins de distinguer les traits particuliers les plus visibles des différents stades de Q. gigas lorsqu'ils sont parasités par un endophage déterminé.

.../...

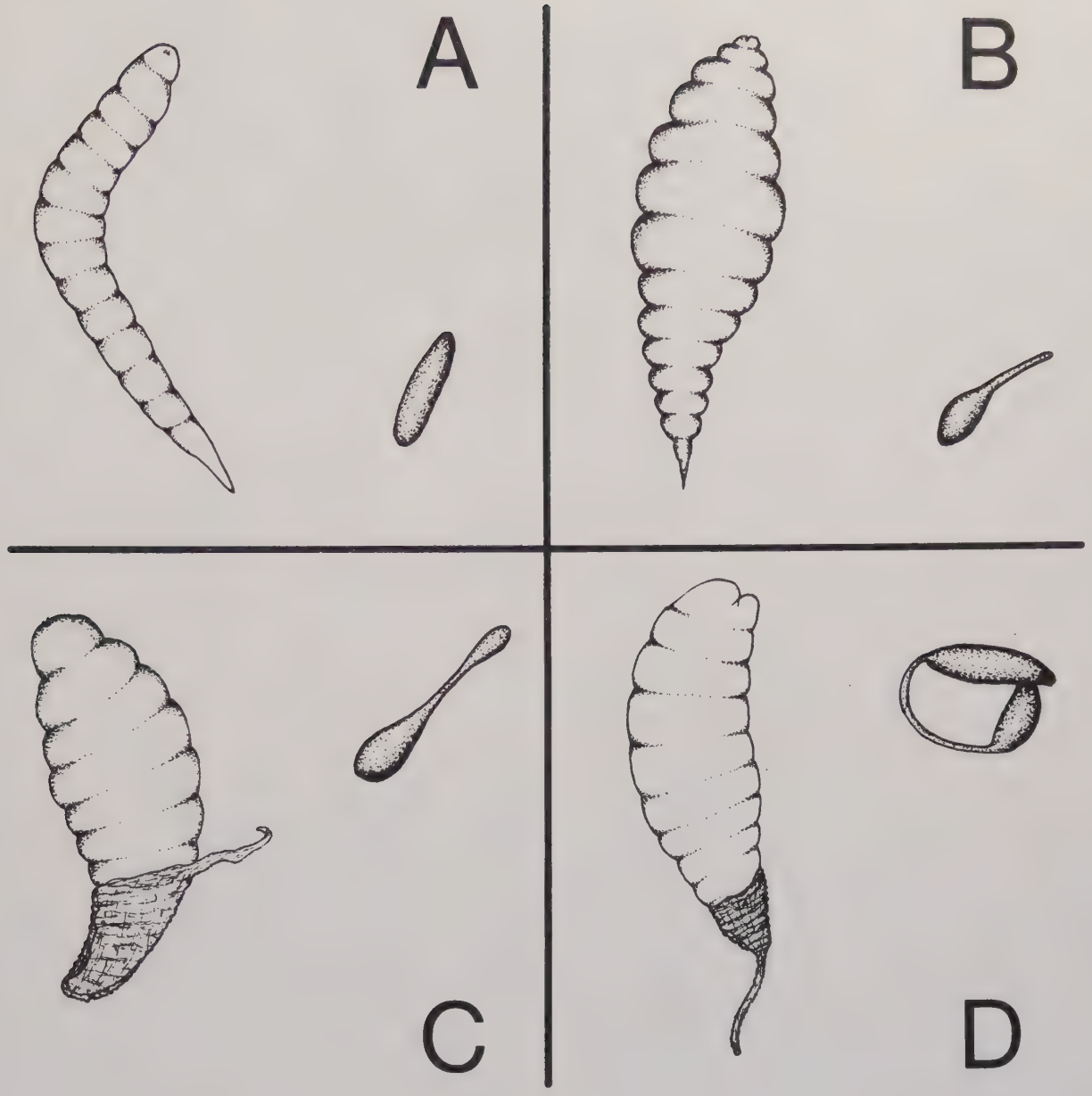


Fig. 17 : Aspect schématique des oeufs ovariens et des jeunes larves des 4 espèces parasites :

A - Archenomus maritimus

B - Hispaniella lauri

C - Comperiella bifasciata (emprunté à CLAUSEN, 1940)

D - Coccidencyrtus dissimilis.

TABLEAU n° 10

Stades évolutifs	Espèces rencontrées			
	A. maritimus NLK.	H. lauri MERCET	C. bifasciata HOW.	C. dissimilis TSHUM.
Oeuf	Type hyménoptériforme sans pédoncule.	Type hyménoptériforme avec un petit pédoncule.	Type encyrtiforme	Type encyrtiforme
Jeune larve	12 segments visibles type caudé.	12 segments visibles ; forme arrondie avec l'extrémité antérieure étroite et effilée.	12 segments visibles ; type hyménoptériforme.	Forme légèrement recourbée avec l'extrémité abdominale recouverte par le reste de chorion.
Vieille larve	12 segments visibles ; 9 paires de stigmates.	12 segments visibles ; 9 paires de stigmates ; forme allongée et globuleuse.	11 segments visibles ; 9 paires de stigmates.	14 segments visibles ; 9 paires de stigmates.
Nymphe	De couleur jaunâtre sauf le thorax et les appendices.	Coloration jaune clair avec des yeux rouges, le thorax et les appendices sont de couleur brun foncé.	Coloration brun foncé sur tout le corps.	Coloration brun foncé ; taille plus grande que les précédentes.

Pour les trois stades-hôtes normalement attaqués par des parasites (2ème stade larvaire mâles et femelles et femelles adultes), nous avons retenu entre autres comme critères morphologiques intéressants : l'adhérence ou non du bouclier au tégument de l'hôte, l'aspect général de celui-ci (distension ou non, segmentation marquée ou peu visible), la couleur, la consistance et l'épaisseur du tégument, comme la forme plus ou moins géométrique et régulière du "trou de sortie" (fig. 18, 19 et 20) pour réaliser la clé de détermination suivante (tab. 11).

TABLEAU n° 11

Caractéristiques morphologiques de l'hôte parasité.

Stades hôtes	Caractéristiques morphologiques	Parasites
Pronymphe ou deuxième stade larvaire.	• Bouclier restant adhérent aux téguments de l'hôte : + Aspect général de l'hôte distendu à segmentation visible sur tout le corps ; Trou de sortie à contours réguliers ; Tégument fin, transparent, marron clair ; Longueur : 0,98 mm largeur : 0,65 mm Trou de sortie : Longueur : 0,22 mm largeur : 0,29 mm	Hispaniella lauri (fig. 18 a)
Pronymphe ou deuxième stade larvaire.	+ Aspect général de l'hôte distendu à segmentation du corps invisible ; Trou de sortie à contours fortement irréguliers ; Tégument fin, transparent, orange clair ; Longueur : 1,03 mm largeur : 0,69 mm Trou de sortie : Longueur : 0,24 mm largeur : 0,22 mm	Archenomus maritimus (fig. 18 b)
Pronymphe ou deuxième stade larvaire et femelles	• Bouclier non adhérent au tégument de l'hôte : + Aspect général de l'hôte boursouflé, distendu à segmentation plus ou moins accentuée : Tégument mince, mat, brun clair ; Longueur : 0,82 mm largeur : 0,42 mm Trou de sortie : Longueur : 0,16 mm largeur : 0,21 mm Taille : Longueur : 1,14 mm largeur : 1,06 mm	Comperiella bifasciata (fig. 19 a et fig. 20)
Femelles	Tégument mince, mat, orange foncé ; Longueur : 1,28 mm largeur : 1,21 mm Trou de sortie : Longueur : 0,23 mm largeur : 0,27 mm	Coccidencyrtus dissimilis (fig.19b)

.../...

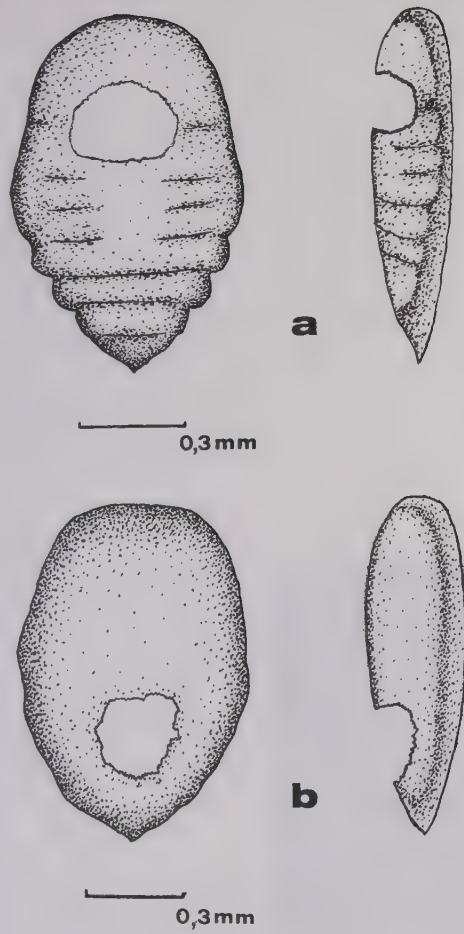


Fig. 18 : Deuxième stades larvaires de Q. gigas THIEM et GERN., parasités par :

a) Hispaniella lauri MERCET

b) Archenomus maritimus NIKOLSKAJA

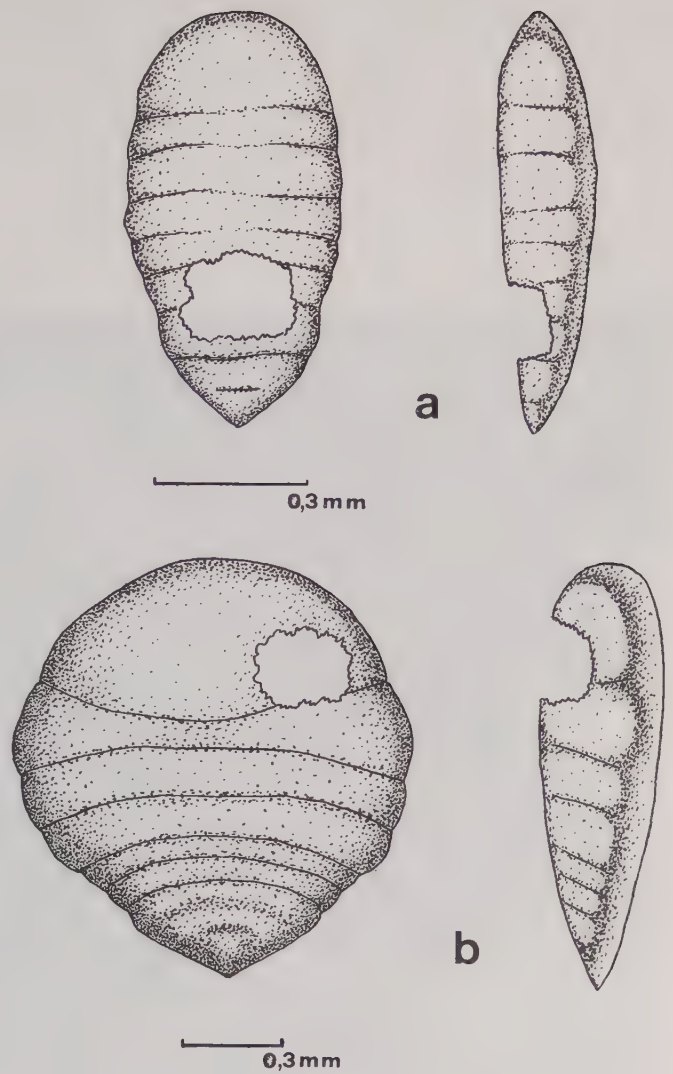


Fig. 19: Deuxième stade larvaire et femelle de Q. gigas THIEM et GERN., parasités par :

a) Comperiella bifasciata HOWARD

b) Coccidencyrtus dissimilis TSHUMAKOVA

A

B

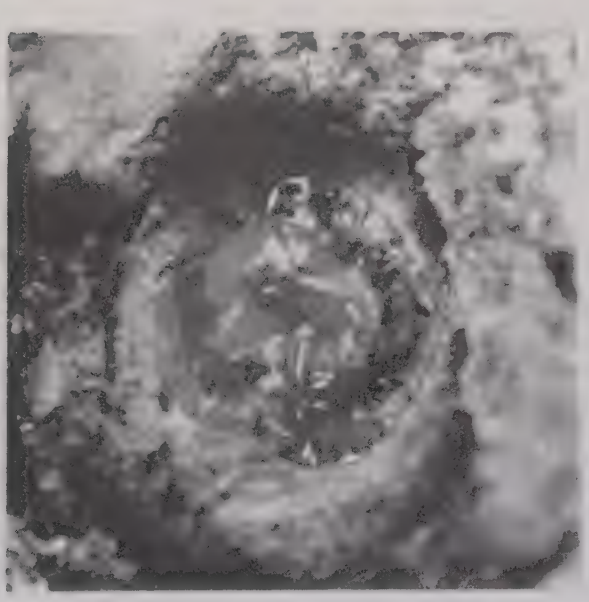
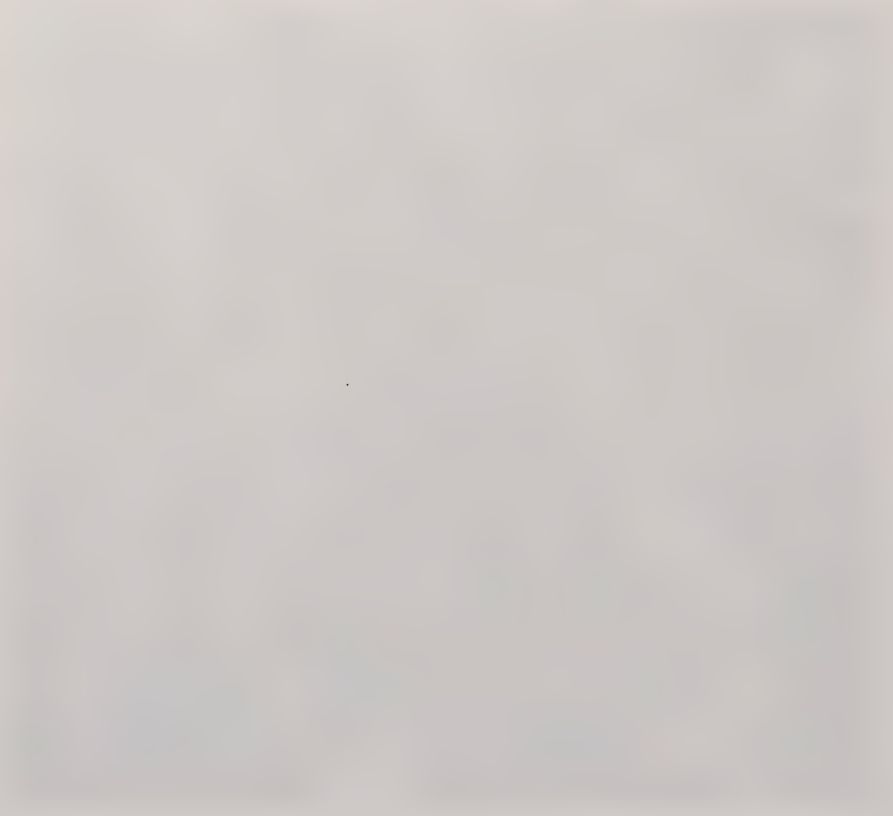


Fig. 20 a). Colonie (mâle et femelle) de Q. gigas THIEM et GERN., parasitée par Comperiella bifasciata HOWARD.

b). Larve âgée de l'endoparasite Comperiella bifasciata HOWARD. photographiée dans son hôte, dont le bouclier a été oté.

(Photo I.N.R.A. Antibes).



C - Cycles biologiques

a) Au laboratoire :

La durée de développement des différents stades des parasites étudiés en laboratoire est portée dans le tableau n° 12.

TABLEAU n° 12

Durée de développement des différents stades, exprimée en jours.

Stades évolutifs / Espèces	Incubation oeufs	Stades larvaires		Stade nymphal	Cycle total
		JL	VL		
Archenomus maritimus NLK.	4	6	7-8	10	27 - 28
Hispaniella lauri MERCET	5	7	8	10 - 11	30 - 31
Comperiella bifasciata HOWARD	4	6	7	8 - 9	25 - 26
Coccidencyrtus dissimilis TSHUMAKOVA	4	5	7	8 - 9	24 - 25

Aux conditions constantes de l'élevage, l'hôte étant le deuxième stade larvaire pour les trois premiers parasites (A. maritimus, H. lauri, C. bifasciata) et la femelle adulte pour le quatrième (C. dissimilis), la durée du développement des quatre parasites se répartit ainsi :

- depuis la ponte jusqu'à la manifestation du parasitisme chez l'hôte par l'apparition des téguments distendus : 9 jours pour C. dissimilis, 10 jours pour A. maritimus et 12 pour H. lauri. Cette période concerne l'incubation de l'oeuf, son éclosion et le début du développement de la larve.

- la phase suivante, comprend l'arrêt de la période alimentaire larvaire (vieille larve) et le stade nymphal. Elle demande 17-18 jours chez A. maritimus 18 à 19 chez H. lauri, 15-16 chez C. bifasciata et 15-16 chez C. dissimilis.

Ainsi, en élevage sous conditions constantes (température 27-28° C, 75-80° C, 75-80 p.100 H.R.), le premier parasite demande 27-28 jours, le deuxième 30-31, le troisième 25-26 et le quatrième 24-25 jours pour accomplir leur cycle.

b) Dans les conditions naturelles :

Le cycle biologique, établi à partir des résultats de dissection, se présente de la manière ci-dessous pour chacun des quatre chalcidiens.

.../...

1. Archenomus maritimus

D'après le tableau n° 13 qui résume l'ensemble des données acquises par observation directe et dissections au cours de l'année 1972, A. maritimus hiverne à tous les stades endoparasitaires (jeunes et vieilles larves, nymphes). L'hétérogénéité d'âge des individus hivernants explique l'échelonnement des sorties printanières. L'éclosion des premiers adultes à MONOSPITA a eu lieu aux environs du 20 avril ce qui est conforme aux résultats des captures sur panneaux englués. Si on se reporte au tableau n° 13, on constate que le pourcentage de nymphes (51 p.100) observé le 14 avril baisse le 27 avril (43,81p.100) alors que dans le même temps l'importance des jeunes larves augmente, ce qui traduit une éclosion d'adultes au cours de cette période.

Ce même phénomène : baisse du pourcentage de nymphes et augmentation corrélative des jeunes larves dans la population de parasites se retrouve successivement en cours d'année aux époques suivantes : entre le 15 et le 30 juin, entre la fin juillet et le 11 août, du 30 septembre au 24 octobre. Ces périodes sont donc caractéristiques d'une éclosion importante d'adultes d'A. maritimus ; elles se retrouvent toutes dans les captures réalisées sur les panneaux englués.

Les adultes de la première période vont pondre parmi les colonies de la Diaspine que nous avons échantillonnées, depuis le 20 avril jusqu'au 20 juin, ce qui explique l'accroissement du "nombre de jeunes larves" le 28 juin. En outre, les captures par piégeage sont maximales les 10 et 20 juin, faits qui se répercutent dans les dissections par l'observation d'un nombre important de jeunes larves le 28 juin et le 10 juillet.

Ainsi, nous constatons une bonne corrélation entre les fluctuations numériques enregistrées par deux méthodes différentes pour cette période printanière. Si on étudie maintenant la corrélation entre la méthode par dissection et la méthode par éclosoirs, on observe là encore une corrélation satisfaisante. En effet, une fois mises en éclosoirs, les larves âgées sont susceptibles de se transformer en nymphes dans les conditions thermiques de laboratoire, puis de donner naissance aux adultes que nous avons dénombrés dans les récipients.

Notamment, en avril, les deux premiers comptages correspondront successivement à une proportion de 47,41 p.100 de nymphes plus 36,07 p.100 de vieilles larves, repérées par dissection le 4 avril et à 51 p.100 de nymphes plus 34 p.100 des vieilles larves repérées de la même façon 10 jours plus tard (14 avril). Une explication identique peut être avancée pour les deux maxima enregistrés en mai et pour celui noté en juin ; en comparant avec les données

.../...

de la figure 15, il y a tout lieu de penser que les jeunes larves n'interviennent pas dans les éclosions obtenues en laboratoire parce qu'elles sont mortes avant de finir leur développement, dans des cochenilles elles-mêmes mortes d'inanition.

Pour la génération estivale, si on reprend le même raisonnement, on peut vérifier une bonne corrélation entre les résultats des dissections (41,17 p.100 de nymphes les 31 juillet ; 30,83 p.100 le 10 août), les captures d'adultes les 10 et 20 août et les éclosions d'adultes en laboratoire. Pour la génération automnale, la corrélation reste bonne entre les résultats de cette méthode et ceux de la méthode de piégeage (maximum de vol le 15 octobre).

Après cette dernière sortie d'adultes, nous avons une nouvelle augmentation du pourcentage des jeunes larves (27,18 p.100) à la date du 24 octobre qui se maintient à un niveau sensiblement égal durant toute la période hivernale. Les vieilles larves et les nymphes représentent respectivement à la même date 20 p.100 et 53 p.100 de la population du parasite.

2. Hispaniella lauri

Comme pour A. maritimus, nous voulons mettre en évidence les corrélations éventuelles entre les données numériques obtenues par dissection et les graphiques représentant les résultats de piégeage et d'éclosoir. Au cours de l'hiver, on observe des pourcentages relativement faibles de larves endoparasites d'H. lauri (tab. 13), notamment pour les jeunes larves. La majorité des individus hiverne à l'état de nymphe et cette situation se perpétue jusque vers le milieu du mois d'avril.

Après la mi-avril, la population nymphale baisse brusquement, ce qui correspond à l'éclosion imaginale de printemps, que nous pouvons retrouver sur l'histogramme fig. 16 représentant le dénombrement des captures d'H. lauri sur panneaux englués. Toutefois, à partir de la deuxième quinzaine d'avril, les pourcentages de larves jeunes et âgés augmentent progressivement pour décroître ensuite à partir de la deuxième quinzaine du mois de mai jusque vers le début juin. Cette phase correspond à un accroissement corrélatif de la population nymphale et de la population imaginale. Le taux de nymphes est maximum le 27 mai (62 p.100) ; simultanément le nombre d'adultes capturés sur panneaux englués reste important de mai jusqu'à la première décade de juin, en concordance parfaite avec les résultats des dissections. Tout se passe comme si cette première génération printanière était issue d'individus hivernant aux stades préimaginaux et pondant en avril pour donner un maximum de vols printaniers vers

.../...

le 10 juin. Nous pouvons cependant noter ici une distorsion entre les résultats obtenus par ces deux méthodes et celle des éclosoirs. Cette dernière méthode montre en effet un maximum d'éclosions dès la fin du mois de mars qui, dans les conditions naturelles, correspond aux premières sorties imaginales d'avril et du début du mois de mai. Mais les deux sommets d'éclosions du mois de mai et du début du mois de juin enregistrés de nouveau en éclosoirs témoignent en quelque sorte d'une génération distincte, qui ne se manifeste pas par piégeage, puisque le nombre d'insectes capturés se situe, sans variation, à un haut niveau du 20 avril jusqu'au 10 juin.

En fait, la synthèse de l'ensemble des trois séries de données, à la lumière essentiellement de la plus précise, celle obtenue par dissection, conduit à une interprétation différente de l'évolution possible d'H. lauri en cours d'année.

Les dissections et les résultats d'éclosoirs permettent d'estimer à 2 le nombre de générations successives d'H. lauri au cours du printemps. Ce nombre ne serait que d'une génération si l'on s'en tient aux seuls résultats des piégeages.

En l'absence cependant de données précises sur les seuils thermiques d'évolution des différents stades post-embryonnaires d'H. lauri, il est difficile aujourd'hui de pouvoir juger, les sorties continues d'adultes notées par piégeage d'avril à juin pouvant n'être que la conséquence de l'hétérogénéité particulièrement grande de la population hivernante.

Pour la génération estivale (maximum de captures dans la première décade du mois d'août), la corrélation avec la méthode des dissections est encore bonne, puisque la phase nymphale augmente progressivement après la chute brutale de la fin juin, pour atteindre un maximum (52 p.100) vers la fin du mois de juillet (22 et 30 juillet, la différence pour le taux nymphal n'est pas significative).

La méthode des éclosoirs par contre ne fait pas ressortir cette réalité mais au contraire en uniformisant les conditions d'évolution (température régulière d'un laboratoire) atténue les variations enregistrées et 3 faibles maxima peuvent être notés (fin juin, fin juillet, fin août). En somme, comme nous l'avions mentionné à propos des corrélations pièges - éclosoirs, la méthode des éclosoirs tend à amortir les oscillations de faible amplitude et à les étaler dans le temps, alors que les phénomènes climatiques naturels imposent

.../...

des seuils de passage au stade imaginal manifestés soit par des accroissements rapides du nombre des individus piégés, soit par une baisse brusque du nombre de nymphes dans les populations. Mais ici puisque des jeunes larves suivies ensuite de vieilles larves sont susceptibles, dans le climat "tamponné" de laboratoire de donner trois sorties successives d'imagos, on est tenté de penser qu'H. lauri présente un ralentissement de son activité parasitaire au cours des fortes chaleurs et de la sécheresse estivale. A l'inverse d'A. maritimus tout se passe comme si les conditions climatiques étaient alors défavorables à la multiplication d'H. lauri, ce qui mérite d'être souligné ici.

En résumé, H. lauri apparaît comme un insecte à activité essentiellement printanière, alors qu'A. maritimus serait non seulement printanier, mais encore mieux adapté a l'aridité estivo-automnale. L'ensemble des données peut en quelques mots se résumer pour H. lauri : une ou deux générations chevauchantes au printemps, deux faibles générations estivale et automnale, au vu de l'analyse comparée des trois méthodes.

TABLEAU n° 13

Dénombrement des populations des stades endoparasitaires d'A. maritimus, H. lauri, C. bifasciata et C. dissimilis dans les colonies de Qu. gigas au cours de l'année (1972).

	APHELINIDAE								ENCYRTIDAE							
	A. maritimus				H. lauri				C. bifasciata				C. dissimilis			
DATE DE L'EXAMEN	JL	VL	N	TOTAL	JL	VL	N	TOTAL	JL	VL	N	TOTAL	JL	VL	N	TOTAL
21.01.72	31,11	21,34	47,55	100	22,37	14,71	62,92	100	-	72,04	27,96	100	-	66,34	33,66	100
26.02.72	28,14	20,37	51,49	100	25,04	16,42	58,54	100	-	75,32	24,68	100	-	67,05	33,95	100
11.03.72	32,02	22,58	45,40	100	23,01	19,28	57,71	100	-	73,22	26,78	100	-	67,01	32,99	100
24.03.72	22,14	27,38	50,48	100	27,21	15,31	57,48	100	-	70,67	29,93	100	-	62,48	37,52	100
4.04.72	16,52	36,07	47,41	100	12,33	24,15	63,52	100	-	56,53	43,47	100	-	57,15	42,15	100
14.04.72	15,08	34,03	50,89	100	5,04	22,39	72,57	100	-	35,08	64,92	100	-	34,22	65,78	100
27.04.72	26,18	30,01	43,81	100	30,02	27,77	42,21	100	9,28	37,66	53,06	100	7,04	36,31	56,65	100
8.05.72	29,12	37,06	33,82	100	31,64	30,25	38,11	100	24,41	37,52	38,07	100	25,43	38,46	36,11	100
16.05.72	30,07	29,07	39,77	100	21,33	26,02	52,65	100	20,65	28,05	51,34	100	16,85	24,37	58,78	100
27.05.72	24,06	32,93	43,01	100	15,12	22,55	62,63	100	17,20	24,72	58,08	100	35,15	30,51	94,74	100
7.06.72	21,15	23,82	55,03	100	27,14	26,01	46,45	100	22,12	26,07	51,81	100	24,28	42,04	33,68	100
15.06.72	28,12	17,08	54,80	100	42,20	26,01	31,79	100	27,39	36,60	47,01	100	26,24	35,40	38,36	100
28.06.72	62,01	21,02	16,97	100	51,02	31,18	17,80	100	60,12	20,89	18,89	100	26,50	33,22	40,28	100
10.07.72	41,04	24,04	36,12	100	30,18	35,56	34,26	100	39,01	25,14	35,85	100	18,10	24,16	57,74	100
22.07.72	29,11	26,02	44,87	100	25,25	23,08	51,67	100	28,23	26,04	47,73	100	38,11	27,39	34,50	100
30.07.72	9,14	32,03	41,17	100	12,22	35,41	47,63	100	10,15	33,02	56,83	100	34,40	32,51	33,09	100
11.08.72	23,01	46,01	30,83	100	30,52	32,15	37,93	100	24,25	45,31	30,44	100	14,19	44,60	41,21	100
22.08.72	33,15	37,06	28,79	100	30,19	38,02	31,79	100	32,42	38,77	28,81	100	14,39	39,13	46,52	100
31.08.72	22,02	30,03	47,95	100	26,44	30,50	43,06	100	23,30	26,54	50,16	100	23,11	27,07	49,72	100
10.09.72	24,06	23,13	52,81	100	22,18	27,68	50,14	100	26,01	24,14	49,85	100	15,20	24,33	60,47	100
23.09.72	20,12	30,03	49,85	100	18,81	32,16	49,03	100	21,12	30,44	51,56	100	29,25	28,03	42,72	100
30.09.72	11,04	25,02	63,94	100	12,07	26,92	61,01	100	12,14	24,19	63,67	100	38,09	25,13	36,78	100
12.10.72	10,02	26,22	63,76	100	8,16	27,23	64,61	100	9,36	27,41	63,23	100	31,24	35,03	33,70	100
24.10.72	27,18	19,03	53,78	100	24,02	18,31	57,67	100	34,23	21,32	44,44	100	23,95	30,05	46,00	100
2.11.72	31,16	21,23	47,61	100	28,15	23,07	47,78	100	22,50	44,10	33,40	100	25,87	26,91	47,22	100
15.11.72	27,18	24,05	48,77	100	20,42	19,52	60,06	100	7,24	62,42	30,34	100	22,12	40,06	37,82	100
4.12.72	28,33	23,33	47,56	100	24,25	16,08	59,67	100	3,15	68,53	28,32	100	2,06	63,15	34,79	100

JL = Jeunes Larves
VL = Vieilles Larves
N = Nymphes.

.../...

3. Comperiella bifasciata

C. bifasciata hiverne essentiellement à l'état de vieille larve car il n'y a pas de jeunes larves et relativement peu de nymphes (environ 25 p.100 seulement de la population endoparasitaire) dans les populations rencontrées tout au long de l'hiver.

Il apparaît nettement que cet insecte endophage a son développement arrêté par le froid : les nymphes restent en cet état ; les larves ayant achevé leur phase alimentaire n'effectuent pas leur mue nymphale. Cette dernière devient possible à partir de la mi-avril. Les nymphes représentent à ce moment-là 65 p.100 et les vieilles larves 35 p.100 des individus dénombrés (tab.13). La sortie des adultes commence vers la fin du même mois (fig. 16). La corrélation est bonne pour cette première partie du cycle avec les données des panneaux englués. Comme nous l'avons déjà mentionné, la méthode des éclosoirs ne permet pas de déceler cette évolution parce qu'il y a étalement des récoltes de parasites adultes dans le temps.

En mai-juin, les pontes des individus les plus précoces de cette première génération évoluent rapidement ; elles donnent naissance aux jeunes larves qui constituent jusqu'à la fin du mois de juin de 20 à 25 p.100 des parasites rencontrés. Parallèlement, l'importance des nymphes issues des vieilles larves hivernantes s'accroît de la mi-mai jusqu'aux premiers jours du mois de juin, date à partir de laquelle son début de décroissance situe l'éclosion maximale des adultes de la première génération de C. bifasciata. Les dissections indiquent pour cette même période une apparition de jeunes larves fin avril (9 p.100 environ de la population de ce parasite) ; à la même date le taux de vieilles larves est de 38 p.100, celui des nymphes de 53 p.100.

Ces dernières ne représentent plus que 38 p.100, 10 jours après - les premiers adultes, en effet, éclosent fin avril. L'importance des nymphes plafonne à 58 p.100 fin mai et les piégeages situent le maximum de sorties nous l'avons dit, dans la première décade de juin. Enfin, la méthode des éclosoirs ne présente pas de maximum en juin et seulement un faible sommet au début du mois de mai.

En définitive, si on désire faire la synthèse des trois séries de résultats obtenus par des méthodes complémentaires, tout se passe comme si C. bifasciata avait une génération printanière très étalée sur deux mois, du fait de la composition interne de la population hivernante où nymphes et vieilles larves coexistent en proportions différentes.

.../...

L'importance numérique des nymphes subit un autre fléchissement vers la fin du mois d'août, mais le nombre de larves âgées reste élevé (33 p.100 fin juillet - 39 p.100 le 22 août). Cela caractérise une ponte continue des femelles de C. bifasciata, avec évolution progressive, puis passage au stade nymphal de la population endoparasitaire. Ainsi, les adultes de la génération printanière présentent une durée de ponte assez longue et les sorties imaginales de leur descendance seraient régulièrement réparties durant l'été. Parallèlement, les captures par panneaux englués sont elles aussi assez étalées au cours de la même saison, avec toutefois un maximum dans la première décade d'août. La corrélation est donc assez bonne dans l'ensemble entre les deux méthodes pour la phase estivale. La méthode des éclosoirs indique deux importantes éclosions très rapprochées en juillet début août en bonne concordance avec les piégeages et conformes aux résultats des dissections.

Au cours de l'automne, les dissections montrent une accumulation progressive des endoparasites de tous les stades, avec néanmoins une prépondérance toujours plus grande du stade nymphal : il atteint un maximum durant la 1ère quinzaine d'octobre avec 63 p.100 environ des parasites rencontrés.

Passé cette période, ce chiffre s'abaisse tandis que l'importance des jeunes larves, réduite à 9 p.100 des individus inventoriés le 12 octobre, augmente brusquement le 24 octobre pour plafonner au chiffre de 34 p.100.

Ce processus correspond à peu près à des captures d'adultes échelonnées et légèrement plus importantes à la mi-octobre, sur panneaux englués, c'est-à-dire qu'une petite partie des individus de la 3ème génération arriverai au stade imaginal avant le rafraichissement automnal, la fraction la plus importante de cette 3ème génération devant hiverner à l'intérieur des cochenilles hôtes. L'état de maturité larvaire, puis nymphal se traduit dans les éclosoirs par des sorties légèrement marquées début septembre et surtout début octobre, ce qui va dans le même sens que les conclusions tirées des deux autres séries de résultats obtenus par piégeage et dissections). Au début du mois de décembre la population est représentée par des vieilles larves (69 p.100) qui constituen durant l'hiver le stade dominant.

4. C. dissimilis

D'après le tableau n° 13, C. dissimilis hiverne pour les 2/3 de la population au stade vieille larve et pour le reste au stade nymphal. L'endophage reprend son développement à partir du début du mois d'avril et les

.../...

premiers adultes éclosent vers la fin de ce même mois (passage du stade nymphal de 65,7 p.100 le 14 avril à 56,65 p.100 le 27 avril). En effet, d'après l'histogramme des panneaux englués (cf. fig. 16), on observe un début de captures d'adultes vers le 20 avril et surtout fin avril, avec un maximum à la mi-mai. C'est ce que reflètent les éclosoirs avec une faible sortie vers le 20 avril et une autre à peine plus importante vers le 10 mai, avec une avance bien compréhensible des éclosions par rapport aux conditions naturelles. Les dissections dénotent bien cette situation, puisque les jeunes larves, absentes en cours d'hibernation, réapparaissent le 27 avril.

Au cours de la deuxième quinzaine du mois de mai et jusqu'à la première décade du mois de juillet (10 juillet), l'importance numérique des jeunes larves évolue entre un maximum et un minimum, tandis que celle des stades suivants vieilles larves et nymphes varie d'une manière identique. Cela traduit un maintien dans la nature d'un niveau à peu près stable d'adultes ce qui apparaît sur l'histogramme des captures imaginales. Il s'agit donc de la deuxième génération annuelle, succédant à la génération printanière et cette deuxième génération donne le maximum d'adultes au cours du mois de juillet, dans la deuxième quinzaine notamment. Il s'ensuit une baisse sensible du stade nymphal qui atteint dans les dissections des 22 et 30 juillet, 34 et 33 p.100 respectivement.

Une bonne concordance s'établit avec les panneaux englués et les éclosoirs.

Vers la fin du mois de juillet l'amorce d'une troisième génération se manifeste par l'augmentation du nombre de jeunes larves (38 p.100), par suite de l'éclosion des oeufs pondus par ces adultes. Les nymphes, quant à elles, ne représentant plus que 38 p.100 à cette époque. Progressivement une élévation du taux de vieilles larves apparaît : il passe de 32 p.100 le 1er août à 44 p.100 durant la deuxième semaine du mois. Un taux sensiblement égal se maintient jusqu'au 25 août. A partir de cette date les nymphes représentent 46,5 p.100 et ne vont cesser de progresser jusqu'au 10 septembre où elles atteindront 60 p.100 de la population de ce parasite, puis leur nombre diminue et l'augmentation des adultes piégés à partir de cette période apporte la confirmation de l'existence de cette troisième génération. Les éclosoirs annoncent le même phénomène avec 10 jours d'avance environ sur les dissections et les pièges.

.../...

Au cours de la dernière décade du mois de septembre le taux de jeunes larves va passer de 29 p.100 à 38 p.100. L'importance des vieilles larves atteint un maximum le 12 octobre (35 p.100) ; celle des nymphes plafonne à 46-47 p.100 vers la fin de ce mois et le début de novembre. A cette époque se situe une quatrième génération de faible amplitude, qui se trouve confirmée par les captures effectuées dans le courant de la première décade de novembre.

Durant le même temps les éclosoirs fournissent une sortie continue du 15 octobre à la première semaine de novembre. Début décembre, nous retrouvons d'après les dissections, 63 p.100 de vieilles larves au stade hivernant.

En résumé, quelle que soit la méthode utilisée, en particulier celle des dissections, nous retrouvons l'existence nette de 4 générations annuelles chez C. dissimilis.

Ce type d'évolution que nous avons décrit à MONOSPITA pour les 4 chalcidiens diaspidiphages et pour l'année 1972, se retrouve identique au cours des deux autres années d'observations (1971 et 1973) et dans le deuxième biotope (FILIPPI). Il n'y a guère qu'une différence de l'ordre de 5 à 10 p.100 dans le nombre d'adultes capturés ou dénombrés lors de leur sortie en éclosoirs. On ne peut vraiment pas considérer ces différences comme significatives, quels que soient la date et le lieu considérés.

D - Relations hôte-parasites

L'inventaire des parasites de Q. gigas pratiqué comparativement avec son hôte a révélé la présence constante des 4 parasites endophages suivants :

- A. maritimus et H. lauri, attaquent les deuxième stades larvaires de la Diaspine.
- C. bifasciata, se développe aux dépens des jeunes femelles, mais les deuxième stades larvaires de Q. gigas apparaissent plus favorables.
- C. dissimilis attaque les femelles adultes.

Il est intéressant de rapprocher de l'évolution de la Cochenille (fig. 21), celle observée pour les "endophages" dans la région de MONOSPITA où, d'après les éclosions enregistrées en cours d'année, leur apparition se place par rapport à l'évolution de leur hôte à des moments précis.

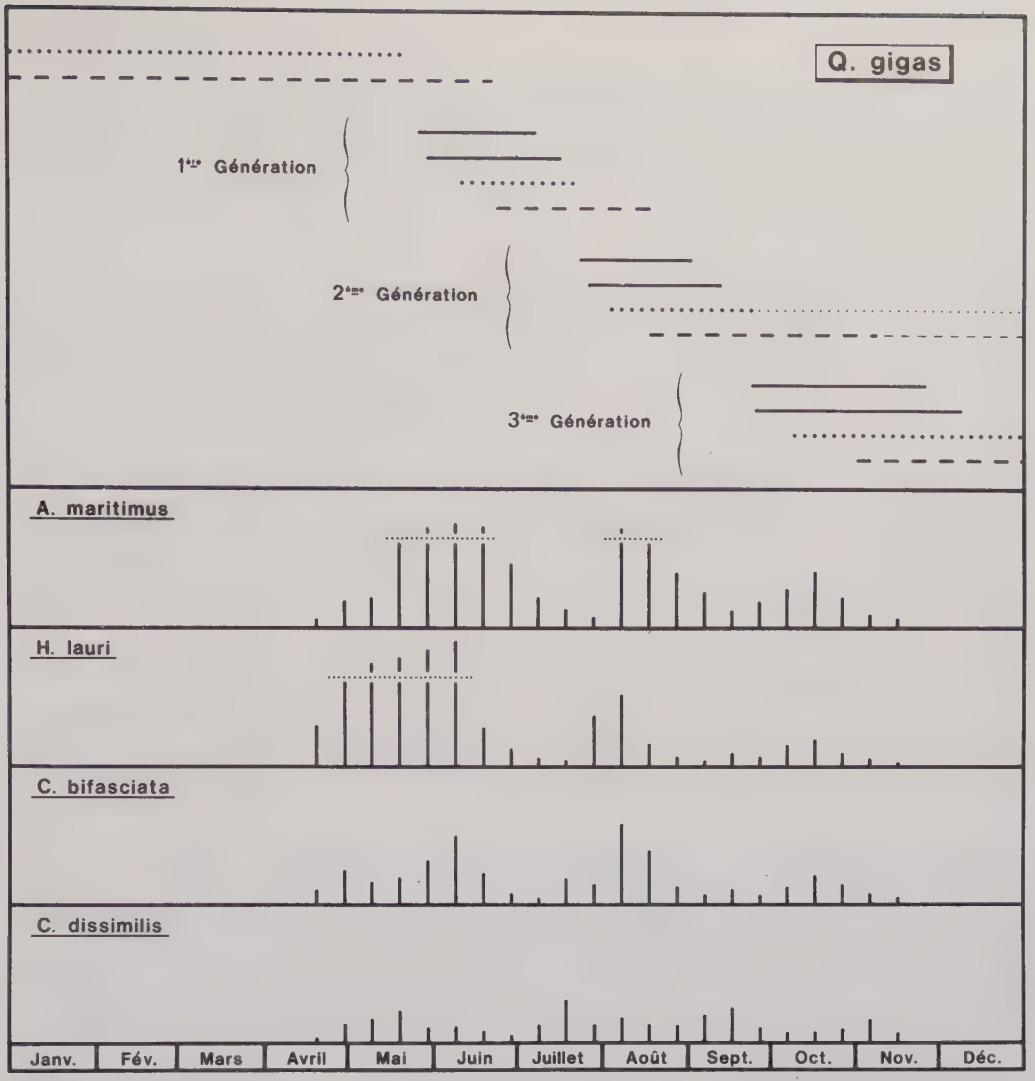


Fig. 21 : Evolution schématique comparée des divers parasites et de leur hôte Q. gigas.

- En traits pleins : les différents stades de Q. gigas non attaqués par les parasites.
- En pointillés : les 2ème stades larvaires hôtes spécifiques d'A. maritimus et d'H. lauri et hôtes fréquents de C. bifasciata.
- En tiretés : les femelles adultes, hôtes de C. bifasciata et C. dissimilis (Monospita, 1972).

Pour A. maritimus par exemple, le maximum du vol de la sortie printanière est en concordance parfaite avec le stade réceptif de la première génération de l'hôte (2ème stade).

Les sorties maximales du vol estival (début août) interviennent à une époque où les deuxième stades de la seconde génération sont présents dans les populations de Q. gigas.

Le sommet de ce troisième et dernier vol (octobre) intervient de nouveau dans une population où l'hôte convenant à la ponte du parasite est représenté par les deuxième stades de la dernière génération automnale.

Ainsi, au cours des trois saisons printanière, estivale et automnale les parasites adultes trouvent à leur sortie des deuxième stades larvaires de Q. gigas favorables au dépôt de leurs oeufs.

Comme dans le cas de A. maritimus, H. lauri attaque exclusivement les deuxième stades larvaires de Q. gigas. Il possède nous estimons, trois générations annuelles. La première est de loin la plus importante, la plus active, des 4 chalcidiens au printemps. Ce parasite est plus précoce qu'A. maritimus et que C. bifasciata. Cette précocité est due au fait que la reprise d'évolution du parasite s'effectue en même temps que celle de l'hôte, ce qui amène un gain d'environ 10 à 12 jours dans le maximum de sortie de ce parasite.

Nous retrouvons ce même bénéfice d'une dizaine de jours lors de la génération estivale avec cependant un maximum de sortie d'adultes qui coïncide avec celui d'A. maritimus.

Quant à la troisième génération de faible importance, elle correspond pour l'ensemble du vol à celui du parasite précédemment décrit.

C. bifasciata a un cycle sensiblement identique à celui de A. maritimus et possède comme lui 3 générations annuelles, dont les périodes maximales de vol se situent respectivement début juin, début août et le 15 octobre. La seule différence notoire réside dans le fait que C. bifasciata parasite aussi bien les deuxième stades larvaires que les jeunes femelles.

Par rapport au cycle évolutif des trois précédents parasites, C. dissimilis a un comportement assez différent dans son évolution, puisque nous retrouvons une génération supplémentaire au cours de l'année et qu'il ne se développe que dans les stades femelles.

.../...

Les premiers adultes se rencontrent fin avril pour ne cesser de progresser en nombre jusqu'au 20 mai.

Le maximum de vol de la deuxième génération apparaît vers le 18 juille ce qui correspond aux femelles de première génération de Q. gigas. Cette deuxième sortie d'adultes est suivie par une troisième dont le point culminant se situe le 16 septembre en concordance avec les femelles de la deuxième génération de l'hôte. Enfin une quatrième et dernière génération voit le jour fin octobre, début novembre et rencontre pour sa ponte les femelles de troisième génération de la Cochenille. Mis en comparaison avec les trois autres cycles des parasites, nous constatons chez C. dissimilis une avance de 20 jours environ dans le maximum de vol des première et deuxième sorties et un gain de 30 jours environ pour le troisième vol.

E - Importance du parasitisme des diverses espèces

Compte tenu des divers éléments de l'évolution de l'hôte et de ses quatre parasites, le résultat de leurs inter-relations a été étudié en suivant régulièrement en cours d'année et pour chaque biotope, les variations du taux de parasitisme (1).

Or les variations intervenant en cours d'année dans le nombre d'hôtes susceptibles d'être attaqués pouvant avoir une répercussion sensible sur le taux de parasitisme, il a été porté dans chaque cas sur les graphiques représentatifs des divers résultats (fig. 22, A et B).

Les populations de Q. gigas fixées sur rameaux de peupliers offrent un bon aperçu de la multiplication des parasites par rapport à leur hôte.

C'est par les dénombrements des populations effectués tous les 10 - 15 jours que ces variations ont pu être mises en évidence.

La figure 22 A où sont représentées les variations du pourcentage du taux de parasitisme permet une explication des résultats enregistrés en 1972 à MONOSPITA.

.../...

(1) Le taux de parasitisme est le nombre des stades-hôtes parasités par rapport à l'ensemble des stades-hôtes vivants (2ème stade larvaire femelle - mâle et femelle adulte morts et parasités : il s'exprime en p.100 suivant la formule $t = \frac{A}{A+B+C} \times 100$ où t = taux de parasitisme ; A = nombre de parasites vivants de tous les stades. B = nombre d'hôtes vivants susceptibles d'être parasités. C = nombre d'hôtes morts.

Si nous suivons durant l'hiver la courbe du parasitisme dans les populations de Q. gigas sur rameaux de peuplier, nous constatons, exception faite de l'observation du 8 janvier, un niveau relativement stable comme en témoignent les pourcentages enregistrés lors des différents comptages réalisés de la mi-janvier jusqu'à la mi-avril : tout au long de cette période le taux de parasitisme avoisine 15 p.100.

Au début du printemps, l'importance des entomophages se maintient là encore à un niveau peu élevé. Une augmentation légère se dessine fin avril (19 p.100). Elle se poursuit progressivement jusqu'à la fin du mois de mai pour atteindre, à cette époque, 30 p.100 environ. Cette augmentation est le résultat de l'activité des premiers parasites qui se manifestent en cette saison et qui trouvent des stades susceptibles d'être parasités.

Pendant la première partie de la période estivale (juin) le pourcentage du parasitisme ne diffère guère de celui du mois précédent. Par la suite il augmentera régulièrement tout au long du mois de juillet, passant de 39 p.100 le 9 juillet à 46 p.100 le 29 juillet. Le parasitisme de cette période estivale reste stable par rapport au mois précédent.

Par contre, l'automne présente le taux de parasitisme le plus important; le 24 septembre le chiffre record de 70 p.100 est enregistré. A cette époque la population de l'hôte est homogène, le stade femelle représente à lui seul 60 p.100 des individus de Q. gigas rencontrés, ce qui pourrait déjà expliquer en grande partie le haut niveau de parasitisme rencontré.

Le mois de septembre achevé, une phase de décroissance s'amorce ; de 62 p.100 qu'il atteint au mois d'octobre, le taux de parasitisme s'abaisse à 25 p.100 au début de l'hiver.

Cette chute dans l'importance de l'efficacité des entomophages provient d'une augmentation du nombre d'hôtes corrélative de l'apparition de la troisième génération de Q. gigas et de l'activité plus réduite de l'ensemble des parasites à la fin de l'automne due au fait des conditions climatiques moins favorables à leur développement.

La figure 22 B fournit les résultats obtenus dans le biotope de FILIPPI. Mise en comparaison avec le graphique tiré des données du biotope de MONOSPITA, nous constatons une assez grande similitude des deux représentations.

.../...

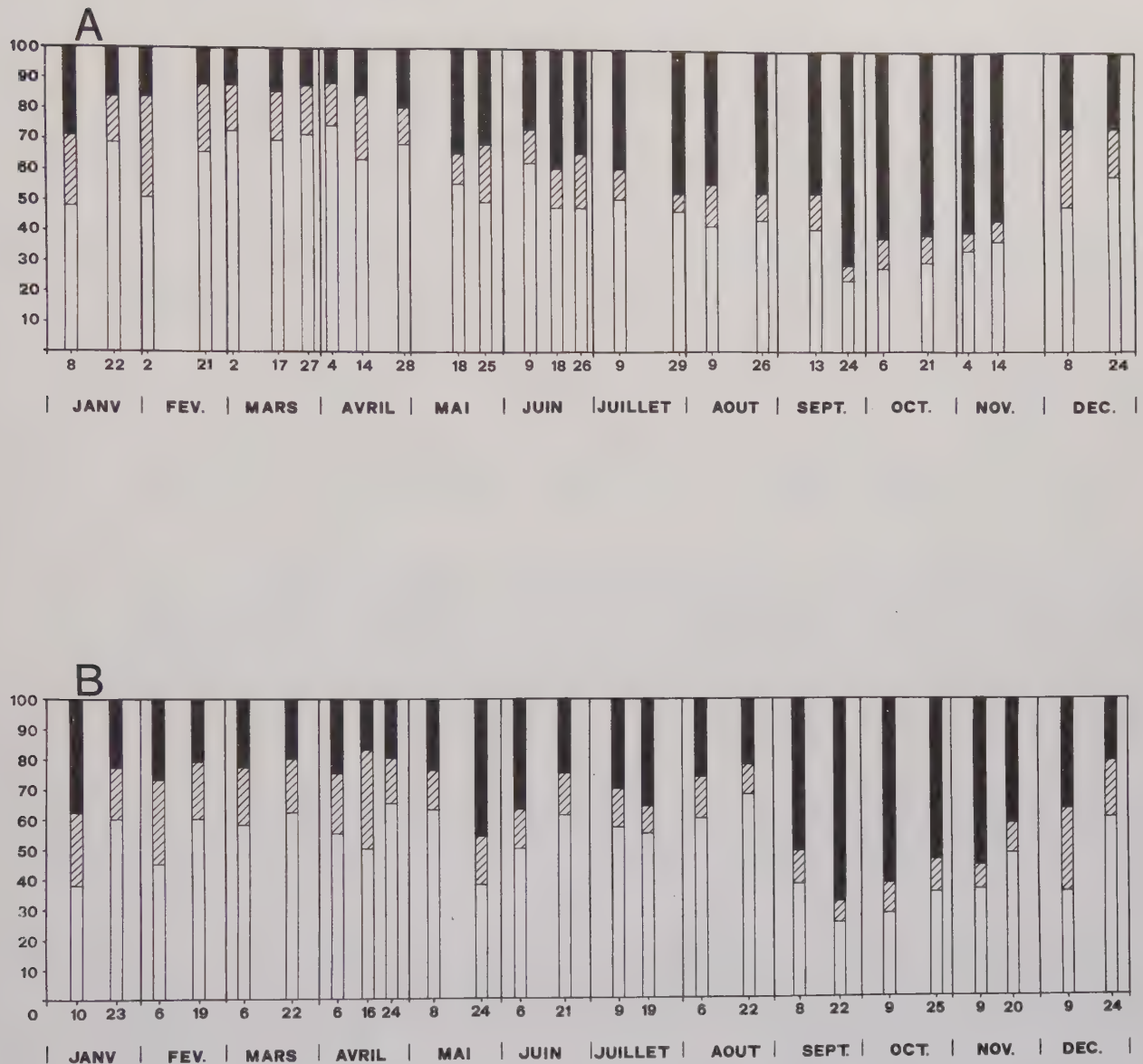


Fig. 22 : Représentation schématique de l'évolution des populations de Q. gigas THIEM et GERNECK en 1972.

- en blanc : les stades hôtes vivants ;
- en noir : les stades hôtes attaqués par l'ensemble des 4 parasites (= taux de parasitisme).
- en hachuré : les stades hôtes morts.

A - Biotope I : Monospita.
B - Biotope II : Filippi.

La différence existant néanmoins, réside dans le chiffre des pourcentages rencontrés en fin d'hiver et au début du printemps.

La moyenne des mois de janvier et février d'une part et de mars, avril, mai d'autre part s'établit respectivement à 19 p.100 et 20 p.100 pour MONOSPITA, à 25 p.100 et 27 p.100 pour FILIPPI.

Pour la période estivale une diminution du parasitisme est observée dans le biotope de FILIPPI, alors qu'un accroissement du taux de parasitisme a déjà été mis en évidence dans la région de MONOSPITA.

En automne, l'importance des ennemis naturels est identique dans les 2 localités et la régression régulière jusqu'au début de l'hiver du taux de parasitisme constatée déjà à MONOSPITA, se produit également à FILIPPI.

Comparativement, les chiffres obtenus sont à FILIPPI de l'ordre de 68 p.100 fin septembre, de 54 p.100 fin octobre, de 42 p.100 fin novembre et de 21 p.100 fin décembre pendant qu'à MONOSPITA aux mêmes dates les chiffres atteignent respectivement 70 p.100, 60 p.100, 56 p.100 et 25 p.100.

Compte-tenu de ces derniers résultats, on doit constater en résumé qu'il s'est établi dans les conditions climatiques de la Macédoine du Nord un certain équilibre entre Q. gigas et ses principaux parasites.

Les variations saisonnières du taux de parasitisme enregistrées chaque année durant les 3 années de nos observations font preuve d'une remarquable uniformité, tant dans les dates de manifestations que dans les niveaux atteints, soit au printemps lors des minima, soit à l'automne lors des maxima.

Il s'établit partout une sorte d'équilibre naturel et l'étude poursuivie pendant trois années consécutives ne donne pas l'impression que cet équilibre soit précaire.

-:-:-:-:-:-

C O N C L U S I O N

A la lumière de cette étude bio-écologique et de l'observation du milieu environnant le réseau trophique de Q. gigas, nous avons essayé de dégager les principales interactions entre facteurs biotiques et abiotiques constituant l'écosystème, susceptibles d'avoir une incidence sur Q. gigas et ses ennemis naturels.

Dans son aire d'extension primitive eurasienne, la Diaspine présente une génération annuelle.

Dans les zones marginales et dans des conditions particulières de culture de la Macédoine notamment, elle évolue différemment, malgré les facteurs climatiques limitants (températures élevées prolongées associées à une sécheresse importante). Seule, la présence de l'eau, à la base des pieds de peupliers lui assure une traversée sans trop de mortalité de la saison sèche estivale, qui en l'absence d'irrigation pratiquement continue entraînerait une forte mortalité de tous les jeunes stades fixés. Même l'hiver macédonien ne paraît pas adapté à son évolution, puisque la possibilité d'un développement au ralenti, par suite de l'absence de températures rigoureuses, lui serait interdite du fait de la mortalité enregistrée au moment des mues. Ces mêmes facteurs climatiques permettent tout à fait exceptionnellement trois générations par an, la troisième étant partielle.

Ainsi, une faible mortalité naturelle et une multiplication saisonnière accélérée de la Cochenille par suite d'un cycle évolutif particulier, sont autant de facteurs favorables au développement et au maintien de très fortes pullulations de Q. gigas dans ce milieu naturel très spécial que sont les plantations fruitières de Rosacées entrecoupées de haies de peupliers en tant que brise-vent.

Cependant, les ennemis naturels inventoriés en Macédoine, notamment Archenomus maritimus, Hispaniella lauri, Comperiella bifasciata, Coccidencyrtus dissimilis, représentent face à leur hôte un groupe de facteurs importants de régulation démographique du ravageur.

.../...

Ces parasites peuvent être scindés en deux catégories distinctes selon leurs moeurs au niveau des vergers.

Les deux premiers, les plus importants numériquement assez polyphages pour, quittant les haies où ils évoluent sur Q. gigas, parasiter diverses Cochenilles nuisibles aux Rosacées, entrent dans la catégorie des bivalents. C'est ainsi qu'A. maritimus attaque Lepidosaphes ulmi, Pseudaulacaspis pentagona, Quadraspidiotus pyri et Sphaerolecanium prunastri, tandis qu'H. lauri concentre parallèlement son action sur L. ulmi, Parlatoria oleae et Q. pyri.

Les deux derniers, les moins importants numériquement sont dans le cas présent, spécifiques de leur hôte ; ils sont dits monovalents pour cette raison.

Une étude approfondie de chacune des espèces par des méthodes complémentaires mettant en évidence leur importance annuelle ou saisonnière, leur cycle biologique et leurs modalités parasitaires nous a permis de conclure au rôle prépondérant du complexe parasitaire dans le maintien à un niveau stable des populations de Q. gigas.

Ainsi, dans cette zone marginale de leur aire d'extension, les populations de Q. gigas n'arrivent pas à faire de gros dégâts à la peupleraie macédonienne.

Mais, il est vraisemblable que toute brusque modification de la situation actuelle par suite de causes variées : erreur de culture, absence d'irrigation, traitements phytosanitaires incohérents dans les plantations fruitières pourrait avoir une incidence imprévisible aujourd'hui sur le devenir de l'équilibre existant. On assisterait soit à l'élimination complète des populations de la Cochenille, soit, au contraire, à leur exacerbation, la présence de Q. gigas posant alors dans ce cas, un problème économique important que l'on aurait tendance à vouloir réduire par une intervention chimique immédiate.

Pour envisager la répercussion d'une telle hypothèse, nous avons été amené à schématiser figure 23 le système écologique étudié. Il est seulement descriptif et n'a pas d'autre but que de dégager les orientations de recherche écologique intéressantes pour définir une lutte rationnelle dans ce milieu cultural. A partir des interactions mises en évidence à la suite des observations écologiques qualitatives, on peut formuler diverses hypothèses

.../...

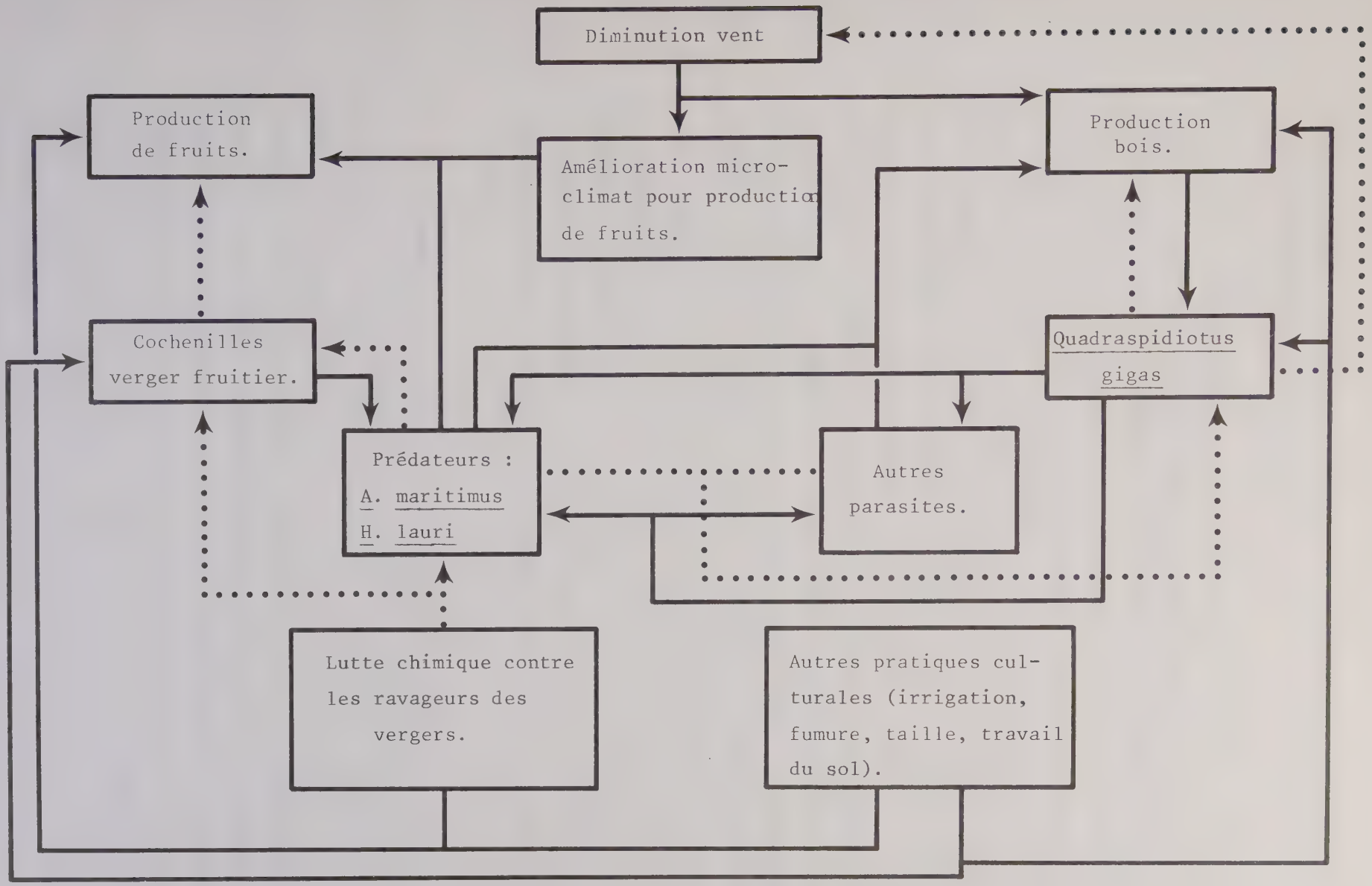


Fig. 23 - Place du réseau trophique de Q. gigas dans l'écosystème cultural de Macédoine.

(traits pleins : éléments de l'écosystème provoquant une augmentation
traits pointillés : " " diminution).

sur les rapports quantitatifs entre éléments de l'écosystème, en particulier du réseau trophique de Q. gigas.

Le système décrit montre une action unilatérale de la lutte chimique, qui tend à diminuer partiellement le potentiel des ennemis naturels de Q. gigas sur Peuplier, tout en augmentant la production fruitière sur les Rosacées. En conséquence, on est amené à rechercher l'incidence indirecte des traitements en verger sur les pullulations de Q. gigas (responsables d'une chute de production de bois et d'une diminution de l'effet de brise-vent). Cette incidence est hypothétique. Pour vérifier sa validité, il faut démontrer que la proportion d'ennemis naturels divalents, détruite dans les vergers et qui provenait soit d'une migration dans le sens Peupliers-vergers, soit d'une multiplication sur place aux dépens des Cochenilles des Rosacées fruitières a entraîné un déficit d'entomophages divalents sur Peuplier, par diminution du flux migratoire en provenance des vergers. A son tour, cette hypothétique déficience d'entomophages divalents n'est pas obligatoirement responsable de pullulations de Q. gigas. En effet, on peut formuler l'hypothèse suivant laquelle les ennemis naturels monovalents ne migrent pas vers les vergers (pas d'incidence de la lutte chimique) et ont un potentiel biologique remplaçant totalement le déficit en entomophages divalents du réseau trophique de Q. gigas. Si cette deuxième hypothèse est vérifiée, et si la première hypothèse l'est aussi, on pourra conclure à l'incidence de la lutte chimique en verger sur la multiplication préjudiciable de Q. gigas, si la première est validée et la deuxième hypothèse invalidée.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'équilibre biologique qui s'établit sur Peuplier entre Q. gigas et ses facteurs adverses (climat, ennemis naturels) ne semble pas du tout précaire. Donc, s'il n'y a pas d'incidence de la lutte chimique en verger de Rosacées, il ne sera pas nécessaire de l'aménager à l'avenir, pour préserver l'effet de brise-vent et la production de bois. Dans ce cas, si une rupture d'quilibre inhérente à la faculté adaptative de Q.gigas amenait des pullulations de cette Diaspine sur Peuplier, il faudrait aménager soigneusement la lutte contre elle, soit par des interventions chimiques très bien étudiées, soit par des traitements biologiques (lâchers d'entomophages), soit par des méthodes culturales (peupliers résistants à la Cochenille, en remplacement des espèces actuellement cultivées, éloignement des haies par rapport aux canaux d'irrigation ou intervalles entre jeunes arbres supérieurs à 0,70 cm), la combinaison de ces différentes méthodes pouvant être également envisagée afin de rétablir au plus tôt l'équilibre étudié aujourd'hui.

B I B L I O G R A P H I E

ANNECKE, D., P. - 1962. The Occurence of Comperiella bifasciata HOWARD in south Africa (Hymenoptera, Encyrtidae). S. Afr. J. Agric. Sci., 5, 281-282.

BALACHOWSKY, A. - 1939. Les Cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin méditerranéen, 3, Act. Sci. et Ind, Edit. HERMANN et Cie, Paris, 784 pp.

BALACHOWSKY, A. - 1948. Remarques sur deux Cochenilles forestières du groupe Quadraspidiotus ostreaeformis CURTIS nouvelles pour la faune de France. Rev. Path. vég. Entom. agr. Fr., 27, 14-24.

BALACHOWSKY, A. - 1948. Sur le statut et la biologie de Quadraspidiotus ostreaeformis CURTIS et Quadraspidiotus pyri LICHT., Cochenilles nuisibles aux cultures fruitières. Rev. Path. vég. Entom. agr. 27, 89-97.

BAZAROV, B. et TCHMELEV, G. - 1971. Diaspididae du Tadjikistan et des régions voisines de l'Asie Centrale. (en Russe). Ed. Donick., Douchambe, 238pp.

BENASSY, C. - 1958. Influence de l'hôte dans la croissance endoparasitaire de quelques Hyménoptères Chalcidiens parasites de Cochenilles-Diaspines. C.R. Acad. Sci., 246, 179-181.

BENASSY, C. - 1961. Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques sur la limitation des pullulations de Cochenilles-Diaspines Thèse Doct. Sci. nat. Univ. Paris, 165 p.

BENASSY, C., MATHYS, G., NEUFFER, G., MILAIRE , H., BIANCHI, H. et GUIGNARD, E. - 1968. L'utilisation pratique de Prospaltella perniciosi TOW., parasite du Pou de San José Quadraspidiotus perniciosus COMST., Entomophaga, Mém. h. sér. n° 4, 28 p.

BENASSY, C. et BIANCHI, H. - 1974. Observations sur Aonidiella aurantii MASK. et son parasite indigène Comperiella bifasciata HOW.. Bull. OILB/SROP 1974/3, 39-50.

BORCHENIUS, N. - 1935. Cinq nouvelles espèces de Diaspines (Coccidae) morphologiquement apparentées au Pou de San José (Aspidiotus perniciosus COMST) (en Russe). Zaschtch. Rast. 6, 127-133.

CLAUSEN, C.P. - 1940. Entomophagous Insects. McGraw-Hill Book Comp., Inc. N.Y. et Lond. 169-188.

CILLIERS, C. - 1971. Observations on circular purple scale Chrysomphalus aonidium LINN. and two introduced parasites in Western Transvaal citrus orchards Entomophaga, 16, 269-284.

DE BACH, P. - 1965. Weather and the success of parasites in population régulation. Canad. Ent., 97, 848-863.

DE BACH, P. et R., SUNDBY - 1963. Competitive displacement between ecological homologues. Hilgardia 34, 105-166.

.../...

DE BACH, P. et E., WHITE - 1960. Commercial mass culture of the California red scale parasite Aphytis lingnanensis COMPERE. Calif. Agric. Exp. Sta., Bull. 770, 58 pp.

ERDOS, J - 1958. Enumeratio systematica Thysanidarum et Aphelinidarum Hungariae regionum que finitimarum cum datis earum ethologicia. Folia Ent. Hung 11, 71-102.

FERRIERE, C. - 1965. Hymenoptera Aphelinidae d'Europe et du Bassin méditerranéen C.N.R.S. Ed., Paris, 206 pp.

FLANDERS, S.E. - 1963. Mass production of the California Red Scale, and its parasite Comperiella bifasciata. J. econ. Ent., 36, 233-235.

FLANDERS, S.E. - 1944. Observations on Comperiella bifasciata HOW. an endoparasite of Diaspine coccids. Ann. Ent. Soc. Amer., 32, 365-371.

FLANDERS, S.E. - 1947. Use of potato tubers in Mass culture of Diaspine scale insects. J. econ. Entomol., 40, 746-747.

FLANDERS, S.E. - 1949. Culture of entomophagus Insects.Canad.Ent., 81, 257-274.

FLANDERS, S.E. - 1966. The circonstances of species replacement among parasitic Hymenoptera. Canad. Ent., 98, 10, 109-124.

GAHAN, B. - 1927. On some chalcidoid scale parasites from Java. Bull. Ent. Rest. 18, 149-153.

GARCIA, F. - 1973. Contribucion al estudio biologico de Parlatoria oleae (COLVEE) (Homoptera, Coccoidea, Diaspidinae) Rev. Invest. Agropec. Pat. veget., INIA, Buenos Aires, 10, 1-53.

GLOVER, M. - 1935. An account of the occurence of Chrysomphalus aurantii MASK. and Laccifer lacca KERK. on grapefruit in Ranch, District, Chotu, Nagpour, with a note on the Chalcidoid parasites of Aspidiotus orientalis NEWST.. Bombay Nat. Hist. Sco. Jour., 38, 151-153.

HOWARD, O. - 1906. An interesting new genus and species of Encyrtidae. Ent. News. 18, 121-122.

HUBA, Al. - 1957. Die natürlichen Feinde der San Jose Schildlaus (Quadraspidiotus perniciosus COMST.) in der Slowake und die Möglichkeit ihrer Ausnützung in der Praxis. Landwirtschaft, 4, 306-353.

KAILIDIS, D. - 1969. Poplar insects and their control. Thessaloniki, North Greece Forest Res. Center, 22, 71-72.

KOMOSINSKA, H. - 1968. Quadraspidiotus gigas THIEM et GERNECK a new species of scale insect (Homoptera, Coccoidea) for the fauna of Poland. Sylwan, 1, 51-54.

LAPORTE, L. - 1949. Les parasites de Chrysomphalus ficus ASHMEAD (Homopt. Coccoidea) en Algérie. Rev. Path. vég., 28, 150-158.

LELLAKOVA-DUSKOVA, F. - 1963. The morphology, metamorphosis, and life-cycle of the scale insect Quadraspidiotus gigas (THIEM et GERNECK) (Homoptera, Coccoidea, Diaspididae). Acta entomol. Mus. nation. Pragae, 35, 611-648.

.../...

LEPAGE, H.S. - 1942. Aboboras, cobaias para o estudo das pragas dos vegetais. Biologico, 8, 221-224.

MERCET, R.G. - 1911. Las calcididos parasitas de Coccidas. Bol. r. Soe. Esp. Hist. nat., pp. 507-515.

MERCET, R.G. - 1921. Fauna Iberica Hymenoptera s. fam. Encyrtidos. Mus. nat. ciencas nat. Madrid, 668-671.

MERCET, R.G. - 1926. Adiciones a la fauna espanola de Encyrtidos (Hym. Chal.) Eos. Rev. entom. Esp., 2, 320.

MOUTIA, A. - 1934. Entomological division. Report. Dep. Agric. Mauritins, 1933, Port Louis, 25-29.

NICOLS'KAYA, M. - 1952. The chalcid fauna of U.S.S.R. (Chalcidoidea) translated from russian,Israël. Prag. for Sci. transl. Jerusalem 1963. Old Bourne Press, London, 593 pp.

NICOLS'KAYA, M. et JANOSH, V.A. - 1966. Aphelinids of the European part of the European part of the USSR and the Caucasus. Opred Fauna SSSR. n° 91, Moscou, 296 pp., Hispaniella lauri 255-256.

SCHMUTTERER, H. - 1959. Schildläuse oder Coccoïdea. Deckelschildläuse oder Diaspididae. in F. DAHL Die Tierwelt Deutschlands. G. FISCHER Verlag Iena ; 95-100.

SILVESTRI, F. - 1929. Preliminary report on the citrus scale-insects of China. Trans. 4 th internat. Congr. Ent., 2 : 897-904.

SMITH, S. - 1923. Biological control work. Calif. Dept. Agr. Monthy Bull., 12, 334-342.

SMITH, S. - 1957. Effects of the food plant of California red scale, Aonidiella aurantii MASK. on reproduction of its Hymenopterous parasites. Canad. Ent. 89, 219-230.

STANEV, M. - 1965. Untersuchungen über die Biologie und die Mittel zur Bekämpfung von Quadraspidiotus gigas THIEM et GERNECK. Gorskostopanska Nauka (Sylviculture), 2, 235-246.

STANEV, M. - 1972. Enemies of the Coccoïdea scale insects (Homoptera, Coccoidea) in Bulgaria. In : "Studies on the biological control of plant pest". Sofia, 79-93.

TACHIKAWA, T. - 1963. Revisional studies on the Encyrtidae of Japan (Hymenoptera, Chalcidoidea). Mem. of the Ehime Univ. Sect. Agr., 9, 135-139.

TEREZNYKOVA, E.M. - 1966. The economic importance of the Coccoidea (Insecta, Homoptera) of the forest zone of the Ukraine (en ukrainien). Dopov. Akad. Nauk. ukr. R.S.R., n° 5, 678-681 (rés. russe, angl.). Rev. appl. Entomol., 55, 343-1353.

THIEM, H. et GERNECK, R. - 1934. Untersuchungen an deutschen Austernschildläusen (Aspidiotini) im Vergleich mit der San José-Schildlaus (Aspidiotus perniciosus COMST.). Arb. morphol. taxon. Entomol. Berlin-Dahlem, I, 130-158.

.../...

TSHUMAKOVA, B.M. - 1957. Parasites of Coccids in the maritime territory (en russe). Zool. Zh., 36, 533-547, rés. angl. ; Rev. appl. Entomol., 47, 356, année 1959.

TSHUMAKOVA, B.M. - 1961. Parasites of injurious scale insects from Kabardinobalkaria (Hymenoptera - Chalcidoidea). Rev. Entomol. U.R.S.S., 40, 315-338.

VASSEUR, R., SCHVESTER, D.- 1957. Biologie et écologie du Pou de San José (Quadraspidiotus perniciosus COMST.) en France. Ann. I.N.R.A. Sér. C. Epiphyt., 8, 5-66.